

Tomi Valkeapää

QR-KOODIN KÄYTTÖ OHJELMISTOKEHITYKSESSÄ

Opinnäytetyö
Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma


Toukokuu 2013




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILEHTI

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Opinnäytetyön päivämäärä 31.5.2013	
Tekijä(t) Tomi Valkeapää		Koulutusohjelma ja suuntautuminen Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma	
Nimeke QR-koodin käyttö ohjelmistokehityksessä			
Tiivistelmä <p>QR-koodit ovat alkaneet yleistyä älypuhelimien kasvavan suosion myötä. Koodien käyttömahdollisuudet ovat hyvin monipuoliset ja käyttöön vaaditaan vain QR-koodeja lukeva ohjelmisto sekä kameralla varustettu älypuhelin tai tablet-tietokone. QR-koodeja lukevia ohjelmistoja on tarjolla hyvin monipuolisesti yleisimmille käyttöjärjestelmille.</p> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on esitellä QR-koodi ja sen käyttö ohjelmistokehityksessä. Esittelen kaksiulotteisen QR-koodin historian, rakenteen ja yleisiä käyttökohteita. Tavallisen koodin lisäksi esittelen erilaisia QR-koodeja, joita koodin kehittänyt yhtiö on luonut tavallisen QR-koodin rinnalle. Lisäksi esittelen pintapuolisesti muita Suomessa käytössä olevia kaksiulotteisia viivakoodeja.</p> <p>Käytännön toteutuksina tein QR-koodeja käyttävän sovelluksen Mikkeliapuistolle ja QR-koodeja luovan sovelluksen Emma-hankkeen käyttöön. Toteutuksissa QR-koodeja käytettiin lisätiedon apuvälineenä, eli kohteen yhteyteen laitettiin esille koodi, johon on sisällytetty verkkosivun osoite. Kohteena olevilla verkkosivuilla oli sitten esimerkiksi lisätietoa kohteesta tai lomake palautteen antamista varten.</p>			
Asiasanat (avainsanat) QR-koodit, ohjelmistokehitys, PHP			
Sivumäärä 34	Kieli Suomi	URN URN:NBN:fi:amk-2013060713535	
Huomautus (huomautukset liitteistä)			
Ohjaavan opettajan nimi Janne Turunen		Opinnäytetyön toimeksiantaja Mikkeliapuisto EMMA-hanke	

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis 31 May 2013	
Author(s) Tomi Valkeapää		Degree programme and option Business information technology	
Name of the bachelor's thesis QR codes in software development			
Abstract <p>The QR codes have become more popular due to the growing popularity of the smartphones. Using QR codes requires only a smartphone or a tablet computer equipped with a camera. An internet connection may also be required in most cases because including links to a specific website is a common way to use QR codes. QR code usage possibilities are almost unlimited and there is QR code reading software for every common smartphone platform.</p> <p>What is a QR code? How to use them? This bachelor's thesis answered these questions and explained what they were and what was required to use them. The theory part introduced specific parts of the QR code pattern, their role and where these parts were located in the code. It also explained how the pattern was created and the data was stored in them.</p> <p>As the practical part of the study I surveyed the use of the QR codes in software development. I created two web applications, one for a landscape park and one for a youth work project. In the former case QR codes were used to gain access for more information and in the latter to give feedback to the organizer.</p>			
Subject headings, (keywords) QR codes, Software development, PHP			
Pages 34	Language Finnish	URN URN:NBN:fi:amk-2013060713535	
Remarks, notes on appendices			
Tutor Janne Turunen		Bachelor's thesis assigned by Mikkeliipuisto Emma-hanke	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	HISTORIA.....	2
2.1	Viivakoodi	2
2.2	QR-koodi	5
2.3	Muita 2d-koodeja	7
2.4	Vertailu	11
3	TEKNIikka	13
3.1	Koodien tyypit	13
3.2	Koodin anatomia	15
3.3	Virheentunnistus	18
3.4	Tiedon varastointi ja lukeminen.....	19
3.5	Käyttökohteita ja mahdollisuuksia	22
4	KÄYTÄNNÖN PROJEKTIT	23
4.1	Yleistä.....	24
4.2	Mikkelipuisto	25
4.3	Emma-hanke	31
5	PÄÄTÄNTÖ	34
	LÄHTEET	35

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on esitellä QR-koodi ja sen käyttö ohjelmistokehityksessä. QR-koodi on kaksiulotteinen matriisiviivakoodi, joka älypuhelisten kasvavan suosion myötä on tullut tunnetuksi ja osaksi yhä useamman ihmisen elämää ja arkipäivää. Koodien käyttömahdollisuudet ovat hyvin monipuoliset, ja käyttöön vaaditaan vain kameralla varustettu älypuhelin tai tablet-tietokone ja QR-koodien lukuohjelma. QR-koodien lukusovelluksia on tarjolla paljon jokaiselle käyttäjärjestelmälle. Joissain puhelinmalleissa sopiva lukija on myös valmiiksi asennettuna.

Idean ja kiinnostuksen tähän opinnäytetyöhön sain ollessani syventävässä työharjoittelussa. Työskentelin lisätyn todellisuuden parissa, kunnes törmäsin yhden sovelluksen kohdekuviona käytettyyn QR-koodiin. Tutustuin koodin käyttöön pintapuolisesti harjoittelun aikana ja harjoittelun jälkeen tutustuin mahdollisuuksiin saada tälle aiheelle tilaaja. Ja kuinka ollakaan, sellainen löytyi.

Luvussa kaksi kerron viivakoodien historiasta. Esittelen tavallisen lineaarisen viivakoodin, kaksiulotteisen QR-koodin ja muutaman muun kaksiulotteisen kuviokoodin, joita on Suomessa käytössä. Luvun lopussa vertailen esiteltyjä koodeja keskenään.

Luvussa kolme käyn läpi erilaisia QR-koodeja. Esittelen tarkemmin tavallisen QR-koodin rakennetta, toimintaa, virheentunnistusta, tiedon säilöntää ja sen lukemista. Luvun lopussa käyn läpi tunnettuja koodin käyttökohteita ja mahdollisuuksia.

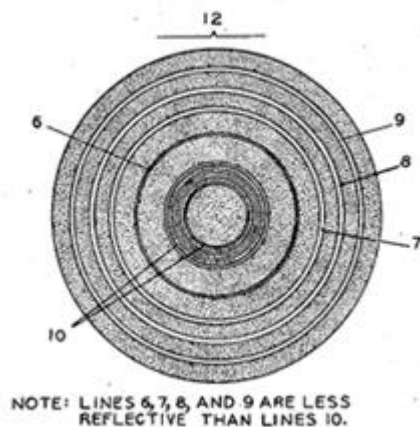
Luvussa neljä on opinnäytetyötäni varten tehdyt, QR-koodia käyttävät käytännön sovellukset. Tilaajia minulla oli kaksi: Emma-hanke ja MikkeliPuisto. Perusidea molemmissa projekteissa oli sama: kohteessa on mobiililaitteella luettava QR-koodi, johon on sisällytetty linkki verkkosivuille. Sivuilla on lisätietoa kohteesta ja ne ovat rakennettu mobiiliystävällisiksi ja näin ollen mahdollisimman kevyiksi. Käytännön sovellukset tehtiin verkkoon käyttäen HTML-, PHP- ja MySQL-tekniikoita. Ne ovat yleisiä verkko-ohjelmoinnissa käytettyjä tekniikoita ja niiden käyttöä on opetettu koulutusohjelmassani paljon.

2 HISTORIA

Tässä luvussa esitellään tavallinen, lineaarinen viivakoodi, QR-koodi ja kerrotaan historia niiden keksimisestä. Luvussa käydään läpi myös koodien kuluttajalle yleisimmät standardit ja kerrotaan koodien käyttökohteista. Esittelyssä on muitakin tänä päivänä olemassa olevia kaksiulotteisia kuviokoodeja, joihin voi Suomessa törmätä. Luvun lopussa vertailen aiemmin esiteltyjen koodeja ja niiden ominaisuuksia toisiinsa.

2.1 Viivakoodi

Vuonna 1948 philadelphialaisen ruokakaupan omistaja tiedusteli paikallista Drexelin yliopistoa tekemään tutkimusta tavasta, jolla kaupan tuotteet voitaisiin lukea kassalla automaattisesti. Yliopiston opiskelijat Norman Joseph Woodland ja Bernard Silver ryhtyivät keksimään aiheeseen ratkaisua ja loppuvuodesta 1949 he jättivätkin jo patenttihakemuksen ensimmäiselle viivakoodille (kuva 1). Patentin keksinnölleen he saivat vuonna 1952. (Bellis 2013.)



KUVA 1. Ensimmäinen viivakoodi (PatentPlagues 2009)

Ideasta ei heti kuitenkaan tullut menestystä, joten patentoimisen jälkeen vuonna 1952 miehet myivät patenttinsa eteenpäin 15000 dollarilla. Tämä summa oli kaikki, mitä he koskaan tienasivat keksinnöllään. (Kaleva 2012.) Viivakoodin yleistyminen alkoi kunnolla vasta vuoden 1970 alkupuolella, kun niitä varten keksittiin laserkäyttöinen lukulaite. Samalla viivakoodista standardoitiin suorakulmion muotoinen *kansainvälinen tuotekoodi*, eli Universal Product Code. Ensimmäinen tuote, joka myytiin UPC-lukulaitteella luettuna, oli GS1 US mukaan Wrigleyn purukumipaketti kesäkuussa 1974. (Theguardian 2012.)

Tieto sisältyy viivakoodiin vain vaakatasossa (Optiscan 2011.) Viivakoodin tulee olla myös tarpeeksi korkea. Liian matala viivakoodi voi heikentää luettavuutta, tai estää sen kokonaan. Parhaimman kontrastin viivakoodille saa mustilla viivoilla ja valkoisella pohjalla. Viivakoodissa ei tule käyttää punaista, koska lukijan punainen säde ei tunnista punaista, eikä punasävyisiä värejä. Myös tuotteen muodot voivat häiritä koodien lukemista. Paras paikka viivakoodille on tasainen pinta. Esimerkiksi kaarevan pullon tai tölkin kyljessä oleva viivakoodi on hyvä olla tuotteen pituussuunnan mukaisesti, jolloin pinnan kaarevuus ei häiritse sen lukemista. (GS1 Finland 2013.)

Yleisin Suomessa käytetty viivakoodistandardi on EAN-13, jossa on GS1:n myöntämä GTIN-numero. GTIN tulee sanoista Global Trade Item Number, suomeksi maailmanlaajuinen kauppatavaranimero. GTIN-numero (kuva 2) muodostuu GS1- yritystunnisteesta, joka on pituudeltaan seitsemän tai yhdeksän numeroa, tuotenumeroa, joka on yritystunnisteen pituudesta riippuen kolme tai viisi numeroa, ja tarkistusnumerosta, joka on numerosarjan viimeinen numero. (GS1 Finland 2013.) Yritystunnisteen kaksi tai kolme ensimmäistä numeroa ovat maatunnus, joka kertoo missä maaorganisaatiossa yritystunniste on myönnetty. Maatunnus ei siis kerro tuotteen valmistusmaata (Keravuori, 2012.) Pienikokoisten tuotteiden kohdalla käytössä voi olla myös EAN-8-viivakoodi. Koodi on itsenäinen, siinä on kahdeksan numeroa ja sitä voidaan käyttää fyysisesti pienikokoisissa tuotteissa, joissa ei yksinkertaisesti ole tilaa pidemmälle EAN-13-koodille. (Lahdenperä 1994.)

GS1 yritystunniste	Tuoteviite = tuotenumero	Tarkistus- numero
$N_1 N_2 N_3 N_4 N_5 N_6 N_7 N_8 N_9 N_{10} N_{11} N_{12}$		N_{13}

KUVA 2. GTIN-13 (GS1 Finland 2013)

Maailmassa on yli 400 hyväksyttyä viivakoodistandardia. Viivakoodinlukijaa hankkiessa kotikäyttöön kannattaa olla tarkkana ja varmistua, että lukija tukee ainakin Code 128, Code 39 ja EAN-koodeja. Code 128 on käytössä pankkien laskujen viivakoodeissa. EAN-koodeja löytyy vähittäiskauppojen tuotteista. (Uski & Paatero 2007, 42–43.) Code 39 käytetään ajo- ja Kela-korteissa, ja kesäkuun 2004 jälkeen myönnettyissä Kela- ja henkilökortin yhdistelmissä (Vuori 2013.)

TAULUKKO 1. Tarkastusnumeron laskeminen

GTIN-8						n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7	n8
GTIN-13	n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7	n8	n9	n10	n11	n12	n13
Kerroin	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	
Esimerkki GTIN-13	6	4	1	5	7	1	2	6	1	0	5	3	1
Summa	6	12	1	15	7	3	2	18	1	0	5	9	= 79

Tarkistusnumero on koodin tärkein osa. Sen avulla havaitaan heti, onko koodi luettu oikein tai onko sen syöttämisessä tapahtunut virhe (Vuori 2013.) Tarkistusnumeron edessä olevat numerot kerrotaan vuorotellen numeroilla 3 ja 1, aloittaen oikealta (taulukko 1). Saadut numerot lasketaan yhteen ja tarkistusnumero on se luku, joka saatuun summaan tulee lisätä, jotta summa on tasajaollinen kymmenellä. (GS1 US 2013.)



KUVA 3. Hiljaiset alueet (Valkeapää 2013)

Viivakoodien alkutunnisteen vasemmalla ja lopputunnisteen oikealla puolella tulee olla hieman tyhjää tilaa. Ne ovat hiljaiset alueet (kuva 3) ja niiden tehtävänä on mahdollistaa koodin lukeminen. Muuten lukija yrittää tulkita liian pieniä hiljaisia alueita kuten viivakoodin keskellä olevia valkoisia alueita, ja tämä johtaa useimmiten luenta- virheeseen. (Dynamic Imaging Solutions 2013.) Alueiden suuruudet riippuvat myös viivakoodien tyypeistä (TEC-IT 2013.) EAN-13-viivakoodin alku-, väli- ja lopputunnisteen ovat merkitty hieman muuta koodia pidemmällä viivoilla. Alku- ja lopputunnis-

teet mahdollistavat koodin lukemisen takaperin ja välitunniste on apuna, jos viivakoodin luenta epäonnistuu ja koodi joudutaan kirjoittamaan numeroista käsin. (Helsingin kaupunginkirjasto 2009.)

2.2 QR-koodi

QR-koodin kehittäneeltä yhtiöltä kyseltiin mahdollisuuksista kehittää viivakoodi, johon mahtuisi enemmän tietoa. Kyselijöitä kiinnosti myös mahdollisuus käyttää koodissa Kanji- ja Kana-merkkejä. Denso Wave, joka vielä silloin tunnettiin paremmin yhtiön valmistamista viivakoodinlukijoista, kokosi ryhmän kehittämään uutta kaksisuuntaista viivakoodia heidän tarpeisiinsa. (History of QR Code 2013.)

QR-koodin tunnusomaiset tunnistuskuviot saivat alkunsa, kun koodista piti saada nopeasti luettava. Kolmen suuren tunnistuskuvion ansiosta lukija tietää heti, miten päin edessä oleva koodi on ja mistä kulmasta koodin lukeminen aloitetaan. Tunnistuskuvion muotoon päädyttiin sen harvinaisuuden takia. Tunnistuskuvion näköisen kuvion löytyminen koodin läheltä tai koodin sisältä voi aiheuttaa ongelmia koodin lukemisessa. (History of QR Code 2013.)

Kun QR-koodi julkaistiin vuonna 1994, sen alkuperäiset kehittäjätäkään eivät olleet varmoja, voisiko uudesta kaksisuuntaisesta kuviokoodista tulla tavallisen viivakoodin korvaaja. He kuitenkin luottivat koodinsa suorituskykyyn ja esittelivät sen erilaisille yrityksille ja teollisuuden järjestöille toivoen sen tulevan mahdollisimman tunnetuksi. (History of QR Code 2013.)

QR-koodit ovat kaksiulotteisia matriisiviivakoodeja. Koodeja sanotaan kaksiulotteisiksi, koska niihin säilötään tietoa sekä pysty-, että vaakasuunnassa. Tavallinen viivakoodi sisältää tietoa vain vaakasuunnassa. (Sanastokeskus TSK 2012.)

Pienin tavallinen QR-koodi on kooltaan 21*21 moduulia, jolloin tiedon kapasiteetti on 41 numeroa tai 25 aakkosnumeerista merkkiä. Suurin tavallinen QR-koodi on tämän opinnäytetyön kirjoittamisen aikana 177*177 moduulia. Sen kokoiseen koodiin mahtuu jopa 7089 numeroa tai 4296 aakkosnumeerista merkkiä. QR-koodi tukee myös binääreitä ja Kanjia. (QR Code 2010.) Kanjit ovat kiinalaisperäisiä, japanilaisia kirjoitusmerkkejä (Tae & Ijas 2007.)

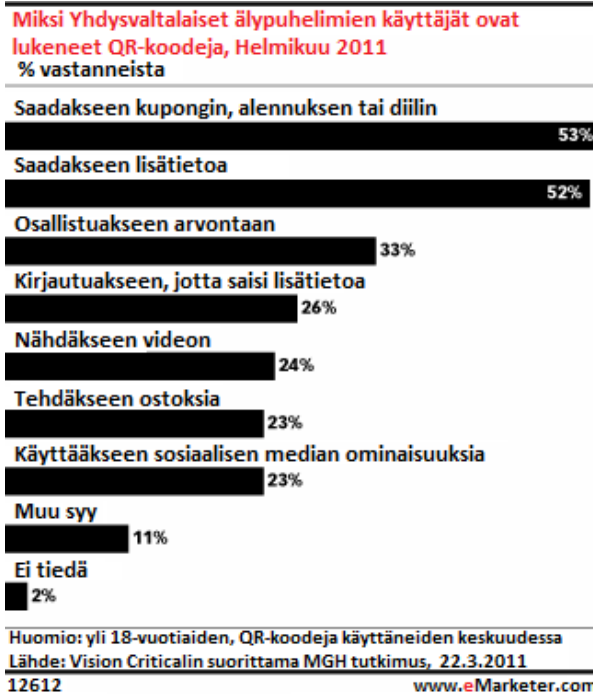
QR-koodit alkoivat levitä räjähdysmäisesti Japanissa vuonna 2002, kun QR-koodinlukijalla varustetut matkapuhelimet tulivat kaappoihin. (History of QR Code 2013.) Koska nykyään yhä useammalla on käytössään älypuhelin, jonka avulla voidaan helposti lukea kuviokoodia, kuviokoodien suosio on kasvanut ja niiden käyttö on yhä yleisempää arkipäivän elämässä täällä Suomessakin. Vuonna 2008 QR-koodin kotimaassa Japanissa 95 % väestöstä tiesi, mikä on QR-koodi ja 93 % näistä oli jo käyttänyt niitä (Sheetal 2008.)

Käyttökohteet QR-koodille ovat laajat, koska koodeihin voidaan sisällyttää monenlaista tietoa. Se voi olla kiinteä teksti, jolloin koodin sisältö ei ole enää muokattavissa koodin luomisen jälkeen. Se voi olla myös puhelinnumero, valmis tekstiviesti- tai sähköpostipohja vastaanottajineen tai kokonainen vCard-käyntikortti, jonka käyttäjä voi tallentaa sellaisenaan puhelimensa muistiin (Arctigo 2013.) VCard-käyntikortti on käyntikortti elektronisessa muodossa (Dawson & Howes 1998.) Yleinen tapa on sisällyttää QR-koodiin linkki mobiilioptimoitulle verkkosivulle (kuva 4).



KUVA 4. Reseptejä QR-koodin takana (Valkeapää 2013)

QR-koodeja voidaan käyttää myös lisätyn todellisuuden, englanniksi *Augmented Reality*, merkkeinä. Tällöin lisätyn todellisuuden ohjelman kanssa koodia luettaessa ruudulle voi tulla vaikkapa virtuaalinen malli aiheesta. Yksi suurimmista kuviokooditeknologian rajoituksista lisätyn todellisuuden merkkeinä ovat koodien kuvat. Niiden täytyy olla tunnistettavissa ja ennen kaikkea helposti luettavissa. (Wiesen & Skola 2013.)



KUVA 5. QR-koodeista halutaan hyödyä, suomennettu (IProspect 2013)

Chadwick Martin Baileyn tammikuussa 2012 tekemän tutkimuksen mukaan suurimmat syyt QR-koodien lukemiseen ovat 46 prosentin osuudella uteliaisuus ja 41 prosentin osuudella lisätietojen toivo (eMarketer 2012.) Vision Criticalin tekemän tutkimuksen mukaan koodien lukemisesta toivotaan hyötyä (kuva 5), kuten alennuksia tai lisätietoa (IProspect 2013.)

2.3 Muita 2d-koodeja

2d-viivakoodeja on kahdenlaisia: pinottuja- ja matriisikoodeja. Pinotussa koodissa on päällekkäin vähintään kaksi lineaarista viivakoodia. Pinotut koodit ovat ulkomuodoltaan suorakulmioita (kuva 6). Matriisikoodin rakenne voi olla nelikulmaisen lisäksi monikulmainen tai jopa pyöreä. (Optiscan 2011.) 2d-viivakoodit sisältävät useita tarkistusmerkkejä, joka pienentää niiden luentavirheen mahdollisuutta. Matriisiviivakoodeilla, kuten Datamatrix- ja QR-koodi, virheentunnistus voi auttaa korjaamaan osittain vaurioittuneen koodin (Tamtron Group 2013.)



KUVA 6. PDF417 (Omniplanar 2013)

Datamatrix on yksinkertaisen näköinen kuviokoodi, jonka kehitti International Data Matrix Inc (Ohio University 2013.) Yhtiö on nykyään Microscan-nimisen yhtiön omistuksessa (Colyton Industrial Designs 2011; Microscan 2012.) Datamatrix-koodi voidaan lukea miten päin tahansa. Sen kaksi vierekkäistä sivua ovat kiinteän väriset ja muodostavat L-kirjaimen muotoisen tunnistuskuvion. Tästä kuviosta, englanniksi *finder pattern*, lukija tietää miten päin koodi on. Toiset kaksi vierekkäistä sivua muodostavat ajoitus-kuvion, englanniksi *timing pattern* tai *clock track* lähteestä riippuen, josta lukija tietää, missä vaiheessa koodin lukeminen on. Koodin sisältämä tieto on kuvioitu näiden reunojen kehystämän alueen sisälle. Kuvion reunojen ulkopuolelle tulee jäädä pieni hiljainen alue koodin lukemisen mahdollistamiseksi. (Barcode technologies 2013.)

Uusin Datamatrixin versio on nimeltään ECC 200 Datamatrix. Se voi sisältää 3116 numeroa, 2335 aakkosnumeerista merkkiä tai 1555 tavua binääridataa sen suurimmas-
sa mahdollisessa 144*144 ruudun kokoisessa kuviossa. Pienimmillään ECC 200 Datamatrix voi olla 10*10 ruutua. Suurien tietomäärien takia koodissa on myös Reed-Solomonin virheentunnistus, joten koodi voidaan lukea oikein, vaikka siitä olisi tuhoutunut lähteestä riippuen 20%:sta (Printed Circuit Design & Manufacture 2005.) jopa 60%:in asti (ID Automation 2013.) Toisin kuin QR-koodissa, virheentunnistuksen määrää ei voi säätää vaan se määräytyy koodin koon mukaan (TEC-IT 2013.)



KUVA 7. Datamatrix-kuvio Nokian USB-johdossa (Valkeapää 2013)

Käyttökohteita Datamatrix-koodeille ovat automaatio- ja ilmailulaitteiden osat, elektroniikka (kuva 7), puolijohdelaitteet ja sairaalatarvikkeet. Lisäksi muut teollisuustuotteet, joissa on tärkeää voida jäljittää osia yksikkötasolla. (Barcode technologies 2013; Printed Circuit Design & Manufacture 2005.) Lisäksi ainakin Finnkino on mainostanut elokuvatarjontaansa Datamatrix-koodeilla Helsingin sanomissa (Botsbot 2010.)

Datamatrix koodien yhteydessä voidaan törmätä myös Semacodeen. Joitain Datamatrix-koodeja saatetaan myös kutsua Semacodeiksi. Semacode on vuonna 2003 perustettu kanadalainen yhtiö, joka käyttää standardin ISO/IEC 16022 mukaista Datamatrix-kuviokoodia verkkosivujen linkkien ja muun tekstimuotoisen tiedon jakamiseen mobiililaitteille. (Semacode 2011.)

Upcode on vaasalaisen UpCode ltd:n kehittämä, ylläpitämä ja markkinoima tavaramerkki (Upcode ltd. 2007.) Se on Datamatrix-koodi (Digitoday 2008.), mutta sen lukeminen vaatii erillisen Upcode-ohjelman, jonka luvataan lukevan Upcode-koodien lisäksi myös tavallisia Datamatrix- ja QR-koodeja, sekä GTIN8 ja -13 koodeja (Upcode 2013.) Upcoden tunnistaa sen kehiksestä ja alaosassa lukevasta Upcode-tekstistä (kuva 8).



KUVA 8. Upcode Itäkeskuksen pysäkkikatoksesta (It-viikko 2007)

UpCodea on käytössä ainakin Helsingin ja Tampereen seutujen linja-autopysäkeillä. Julkisen liikenteen käyttäjiä opastetaan vierailemaan UpCoden sivuilla ja lataamaan sovellus, jolla näitä koodeja voi lukea (HSL 2013; Tampereen Joukkoliikenne 2013.) Myös Halpa-Halli Oy myymäläketjun erikoismyymälä HHCAFé (Halpa-Halli 2013.) käyttää UpCodea viikottaisen ruokalistansa esittämiseen (QR-koodi – Tiedon portti 2013; Halpa-Halli | HHCAFé 2011.)

Aztec koodin (kuva 9) kehitti tutkija Andrew Longacre vuonna 1995. Koodin koko on pienimmillään 15*15 ruutua, ja suurimmillaan 151*151 ruutua. Enimmillään siihen saa sisällytettyä 3832 numeroa tai 3067 aakkosnumeerista merkkiä. Koodi on mahdollista varustaa jopa 95 % virheenkorjauksella, eikä se vaadi QR- ja Datamatrix-kooduille tärkeää hiljaista aluetta ympärilleen. (BarCode 1, 1995.) Aztec koodin tunnistuskuvio on koodin keskellä olevat sisäkkäiset neliöt (Neodynamic 2013.)



KUVA 9. Aztec-koodi (Neodynamic 2013)

Aztec koodi on käytössä VR:llä. Matkalipuissa on lippujen käsittelyä nopeuttava, tarkistetiedot sisältävä koodi, jonka konduktööri lukee laitteellansa (VR Group 2013; QR-koodi – Tiedon portti 2013.) Lippuja voidaan toimittaa myös asiakkaan matkapu-

helimeen, jolloin koodin lukeminen tapahtuu suoraan puhelimen näytöltä (VR Group 2013.)

2.4 Vertailu

Lineaaristen eli tavallisten yksisuuntaisten viivakoodien heikkoutena on suurehko koko ja pieni kapasiteetti. GTIN8 ja -13 koodit voivat sisältää ainoastaan numeroita, Code 39 numeroita ja kirjaimia, ja Code 128 lähes kaikki 128 ASCII-merkkiä. Mitä enemmän tietoa viivakoodi sisältää, sitä pidempi koodi on.

Lineaaristen viivakoodien kohdalla myös värillä on väliä. Paras kontrasti saadaan mustalla koodilla valkoisella taustalla. Kaksi- tai useampiväriset viivakoodit ovat yleensä lukukelvottomia. QR-koodi voi olla lukukelpoisena monivärinen, kunhan koodin ”mustien” ja ”valkoisten” alueiden välillä säilyy edes pieni kontrasti. Taustavärin, joka on yleensä valkoinen, tulee kuitenkin olla yksivärinen.

Lineaarisen viivakoodin lukemisen kannalta tärkeää on myös, että koodi on vaakatasossa yhtenäinen ja vaurioitumaton. Lukukelpoisuuden parantamiseksi viivakoodista on tapana tehdä suhteellisen korkeita, koska korkeussuuntaisesti koodi kestää hie-
man vaurioita. Kuvassa 10 on esimerkki viivakoodista, jota on vaurioitettu, mutta on vielä luettavissa sen keskikohdalta.



KUVA 10. Viivakoodin vaurioesimerkki (Valkeapää 2013)

Sekä tavalliset viivakoodit että Datamatrix- ja QR-koodi tarvitsevat hiljaiset alueet. Mikäli hiljainen alue tahriintuu, lukija voi yrittää tulkita sitä kuten viivakoodin keskellä olevaa valkoista aluetta tai matriisikoodin moduulia. Tämä voi johtaa siihen, ettei

lukija osaa tulkita koodia oikein. Datamatrix- ja QR-koodeissa myös tunnistus- ja ajoitus-kuvioiden vaurioituminen johtaa usein lukemisen epäonnistumiseen, koska lukija ei välttämättä osaa tunnistaa koodia oikeaksi.

Lineaarisia viivakoodeja voidaan lukea monilla eri tavoilla. Kynälukija on pienikokoinen ja soveltuu hyvin kotikäyttöön. CCD- ja laser-tekniikoilla varustettuja lukijoita on käytössä kaupoissa ja varastoissa (Evifin 2013.) Kuviokoodin lukeminen tapahtuu laitteella, joka kykenee tunnistamaan koodin kuvan kokonaan yhdellä lukukerralla. Käytännössä tämä tarkoittaa kameroita ja CCD-tekniikalla varustettuja lukijoita. (Barcode Vision 2010.)

Datamatrix- ja QR-koodi ovat molemmat matriisiviivakoodeja. Pienin QR-koodi on kooltaan 21×21 moduulia, jolloin tiedon kapasiteetti on 41 numeroa tai 25 aakkosnumeerista merkkiä. Vastaavan kokoista Datamatrix-koodia ei ole, koska Datamatrixissa on aina parillinen määrä moduuleita, mutta jo 20×20 kokoisena siihen mahtuu 44 numeroa tai 31 aakkosnumeerista merkkiä. QR-koodin versio neljä, 33×33 moduulin matriisi on ensimmäinen koko, jossa QR-koodi voi sisältää enemmän tietoa, kuin Datamatrix-koodi moduulia pienempänä. (Steribar 2013; QR Code 2010.) Tästä voimme päätellä, että 32×32 ja sitä pienemmät Datamatrix-koodit ovat parempia tieto/tila suhteeltaan verrattuna QR-koodiin.

Useimpien puhelinten sovelluskauppojen kuviokoodinlukijoiden luvataan lukevan QR- ja Datamatrix-koodeja, yleisimpiä lineaarisia viivakoodeja ja jopa Aztec-koodia. Upcode vaatii oman lukijansa, jonka luvataan lukevan myös QR- ja Datamatrix-koodien lisäksi myös lineaarisia viivakoodeja. Omasta kokemuksesta Nokian N95 ja Lumia-mallisiin puhelimiin valmiiksi on asennettu viivakoodinlukija, jolla voi lukea QR-koodeja. Lumia osaa lukea myös Microsoft Tägeja. Microsoft Tag on Microsoftin kehittämä kaksiulotteinen viivakoodi.

Sovelluskauppojen koodinlukijatarjontaan tutustuneena ja Nokian puhelimen omistajana, jos joskus tulee tarvetta säilöä tietoa kuviokoodiin, jonka haluan olla helposti luettavissa, valitsisin QR-koodin. QR-koodi on tässä opinnäytetyössä esitellyistä kuviokooeista kansanläheisin, ja sen käyttö on standardin puitteissa vapaata. Muiden esiteltyjen kuviokoodien ulkonäköön verrattuna QR-koodin visuaalinen muoto on mielestäni tyylikkään. Se ikään kuin kertoo olevansa koodi, joka on esillä lukemista

varten. Lisäksi verrattuna esimerkiksi suljettuun Upcodeen, QR-koodin lukijasovellukseksi löytyy useita eri vaihtoehtoja. Se on siis jo lähtökohtaisesti lähempänä käyttäjäkuntaa ja vaikka Upcoden kehittämä lukija on varmasti hyvä, en tykkää ajatuksesta pakottaa kaikkia hankkimaan yhtä tiettyä sovellusta vain yhdenlaisten koodien takia. Se on sama asia, kuin verkkosivut, jotka vaativat asentamaan aina erillisen lisäosan toimiakseen. Ja koska Upcode on asuinpaikkakunnallani lähes tuntematon verrattuna QR-koodiin, uskoisin, että koodin lukisivat enimmäkseen vain ne, joilla on siihen soveltuva lukija valmiiksi asennettuna.

3 TEKNIikka

Tässä luvussa kerron erityyppisistä QR-koodeista, tiedon varastoinnista ja virheentunnistuksesta. Käyn läpi myös QR-koodin rakenteen ja kerron, mikä rooli eri osilla on ja missä ne sijaitsevat. Luvun lopussa esittelen erilaisia kohteita, joissa koodeja on käytetty.

3.1 Koodien tyypit

Ensimmäinen QR-koodi oli Model 1. Sen suurin versio oli 14 ja koko 73*73 moduulia. Kapasiteetiltaan pienen, 1101 numeron tai 667 aakkosnumeerisen merkin, koodin seuraajaksi kehitettiin Model 2. Koodin suurin mahdollinen koko kasvoi 177*177 moduuliin, tiedon kapasiteetti kasvoi 7089:än numeroon tai 4296:een aakkosnumeeriseen merkkiin. Lisäksi parannuksia tuli myös koodin luettavuuteen. (QR Code 2013.) Tavallisin QR-koodin tyyppi on QR-koodi 2005. QR-koodi 2005 on ISO/IEC 18004:2006 standardin perustana. Se on jatkettu Model 2 tyyppin QR-koodista ja eroaa siitä mahdollisuuksilla käyttää kuviota vastaväreillä, eli valkoista kuviota mustalla pohjalla, ja määrittää vaihtoehtoinen merkistö oletusarvoksi. (ISO/IEC 18004:2006, vii.)

Micro QR-koodi (kuva 11) on nimensä mukaisesti pienikokoinen. Siinä on tavallisesta QR-koodista poiketen vain yksi tunnistuskuvio ja sen ajoituskuvio on Datamatrixin tyyliä koodin reunalla tunnistuskuvion viereisillä reunoilla (OnBarcode 2013.) Koodista on neljä eri versiota, jotka ovat nimeltään M1, M2, M3 ja M4. M1 on pienin, kooltaan 11*11 moduulia ja voi sisältää vain 5 numeroa ilman mahdollisuutta virheentunnistukseen. Versioissa M2 ja M3 on mahdollisuus 7 % ja 15 % virheen tunnistuk-

seen ja M4 tukee jopa 25 % virheentunnistusta. M4 on kooltaan 17*17 moduulia ja voi pienimmällä virheentunnistustasolla sisältää 35 numeroa tai 21 aakkosnumeerista merkkiä. Micro QR-koodi on suurimmillaan pienempi kuin tavallinen QR-koodi, joten sitä voidaan käyttää paikoissa, joihin tavallinen QR-koodi ei mahdu. (Micro QR code 2013.)



KUVA 11. Micro QR-koodi (Rizzante 2011)

IQR-koodia uutisoitiin uutena QR-koodina, mutta se ei ole sitä. IQR-koodi voi olla suorakulmion muotoinen, jolloin se sopii hyvin kapeisiin ja sylinterin muotoisiin tiloihin. (2d code 2011.) IQR-koodi (kuva 12) voi sisältää jopa 80 % enemmän tietoa, kuin samankokoinen QR-koodi. Vastaavasti saman tietomäärän sisältämä iQR-koodi on kooltaan 30 % tavallista QR- koodia pienempi. Pienin neliön muotoinen iQR-koodi on 9*9 moduulia, mahdollistaen kuuden numeron kapasiteetin. Suurimmillaan neliön muotoinen iQR-koodi voi olla 422*422 moduulia huimalla 40637 numeron kapasiteetilla. Suorakulmion muotoinen iQR-koodi on pienimmillään 5*19 moduulia kuuden numeron kapasiteetilla ja suurimmillaan 43*131 moduulia 1202 numeron kapasiteetilla. Koodi vaatii moduulin kokoisen hiljaisen alueen ympärilleen. Sokerina pohjalla, iQR-koodi voidaan varustaa jopa 50 % virheentunnistuksella. Tätä tasoa symboloi S-kirjain. (iQR code 2013.)

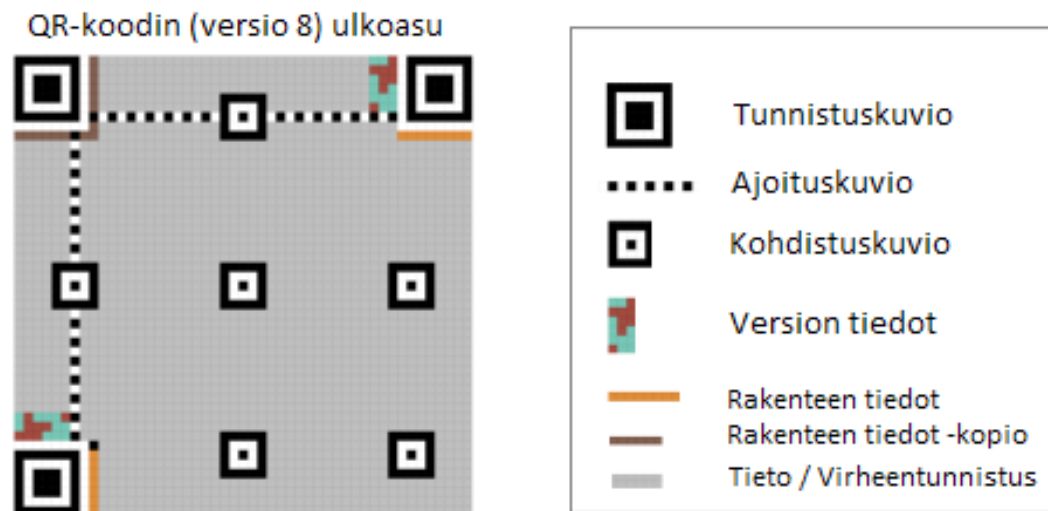


KUVA 12. Erikoisia iQR-koodeja (2d code 2011)

Denso Wave on kehittänyt myös SQRC-tyyppisen koodin. Se on varustettu tiedon lukemista rajoittavalla ominaisuudella. Ulkomuodoltaan ja ominaisuuksiltaan se on kuin tavallinen QR-koodi, mutta siinä on tiedolle kaksi tasoa: julkinen ja yksityinen. Kun koodi luetaan tietynlaisella lukijalla, se näyttää molempien tasojen tiedot, kun muissa tapauksissa näkyviin tulee vain julkinen osa. Tiedon ei kuitenkaan luvata olevan täysin turvassa, joten varsinaiseen tiedon salaamiseen tämän tyyppistä koodia ei kannata käyttää. (SQRC 2013.)

3.2 Koodin anatomia

QR-koodi muodostuu mustista ja valkoisista moduuleista. Moduuli on pienin yksittäinen ruutu, jonka koodin kuviosta voi erottaa. Moduulit vastaavat binäärilukuja 1 ja 0 väristä riippuen. Kuvassa 13 on esiteltynä kaikki koodin keskeiset osat. Harmaa alue on varattu tiedolle ja virheetunnistukseen käytettävälle koodille. Kolme suurta 7*7 moduulin kokoista tunnistuskuviota sijaitsevat koodin vasemmassa ylälaidassa, vasemmassa alalaidassa ja oikeassa ylälaidassa. Ajoituskuvio kulkee aina vasemman laidan tunnistuskuvioden oikeassa laidassa pystysuoraan ja ylälaidan tunnistuskuvioden alalaidassa kuvioden välissä kuvan osoittamalla tavalla. (RedTitan 2011.)



KUVA 13. QR-koodin rakenne (RedTitan 2011)

Versio 7 ja sitä suuremmat koodit sisältävät version tieto alueet. Version tieto alueita on kaksi. Toinen sijaitsee ylhäällä 3*6 moduulin kokoisena oikean tunnistuskuvion vasemmalla puolella, ja toinen alavemmän tunnistuskuvion yläpuolella 6*3 moduuli-

lin kokoisena alueena. Alueen kuusi ensimmäistä moduulia kertoo symbolin version ja 12 seuraavaa moduulia ovat virheentunnistusta varten. Virheentunnistukseen käytetään Golay-koodia. (ISO/IEC 18004:2006, 58, 81.) Golay-koodi on täydellinen lineaarinen virheenkorkausalgoritmi (Wolfram MathWorld 2013.)

Versiosta 2 lähtien koodin sisällä on pieniä kohdistuskuvioita, englanniksi *alignment patterns*, jotka ovat kooltaan 5×5 moduulia. Alueen sisällä on 3×3 moduulin kokoinen valkoinen alue, jonka keskellä yksi musta moduuli. Kohdistuskuviot helpottavat lukijaohjelmistoa lukemaan koodia. Kuviot sijaitsevat symmetrisesti koodin vasemmasta yläkulmasta oikeaan alakulmaan vedetyn lävistäjän molemmilla puolilla. Kuvioden määrä ja sijainti riippuu koodin versiosta. Esimerkiksi kuvassa 14 on 9 version QR-koodi, jonka kohdistuskuvioden paikat ovat 6, 26 ja 46. Kuviot löytyvät koordinaateista 6.6, 6.26, 6.46, 22.6, 22.22, 22.46, 46.6, 46.22 ja 46.46. Koodiin on kuitenkin luotu vain kuusi kohdistuskuvioita. Koska kuviot 6.6, 6.46 ja 46.6 osuisivat tunnistuskuvioden päälle, niitä ei kuvioon piirretä. (ISO/IEC 18004:2006 17, 83.)



KUVA 14. Kohdistuskuviot versiossa 9 (Valkeapää 2013)

Kuvassa 13 vaalean ruskealla vasemman alalaidan ja oikean ylälaidan tunnistuskuvioden vieressä on tietoja koodin rakenteesta. Näitä bittejä on yhteensä 15. Kaksi ensimmäistä bittiä kertovat virheentunnistuksen tason, kolme seuraavaa bittiä kertovat tietojen naamiointiin käytetyn peitekuvion ja loput kymmenen bittiä ovat tämän bittijonon virheenkorkausta varten. Muodostamisen jälkeen koko 15 bitin jono käännetään

3.3 Virheentunnistus

QR-koodin Reed-Solomon virheentunnistuksessa on neljä tasoa, joista käyttäjä saa vapaasti valita mieluisen. Ne ovat L, M, Q ja H ja niitä vastaavat prosenttiosuudet ovat samassa järjestyksessä 7 %, 15 %, 25 % ja 30 % (Google Developers 2012.) Taulukossa 2 on pienimmän ja suurimman mahdollisen QR-koodin tasot ja niihin mahtuva tiedon määrä. Taulukosta voimme huomata, että virheentunnistuksen tason kasvaessa tiedon kapasiteetti pienenee. Tämä johtuu siitä, että virheentunnistukseen tarvitaan enemmän tilaa. (Sklar 2013.)

TAULUKKO 2. Virheentunnistustasot (Google Developers 2012)

Versio	Moduuleita	Virheentunnistuksen taso	Numeroita	Kirjaimia ja numeroita
1	21*21	L	41	25
		M	34	20
		Q	27	16
		H	17	10
40	177*177	L	7089	4296
		M	5596	3391
		Q	3993	2420
		H	3057	1852

QR-koodista voidaan korjata kahdenlaisia virheitä: virheitä, joiden sijainti tiedetään ja virheitä, joiden sijaintia ei tiedetä. Virheet, joiden sijainti tiedetään, muodostuvat, kun koodi esimerkiksi tahriintuu. Virheet, joiden sijaintia ei tiedetä, muodostuvat, kun lukija ei tulkitse jotain koodin kohtaa oikein. Myös valmiiksi luodun koodin muuntaminen vastaväreille aiheuttaa virheitä tulkinta vaiheessa.

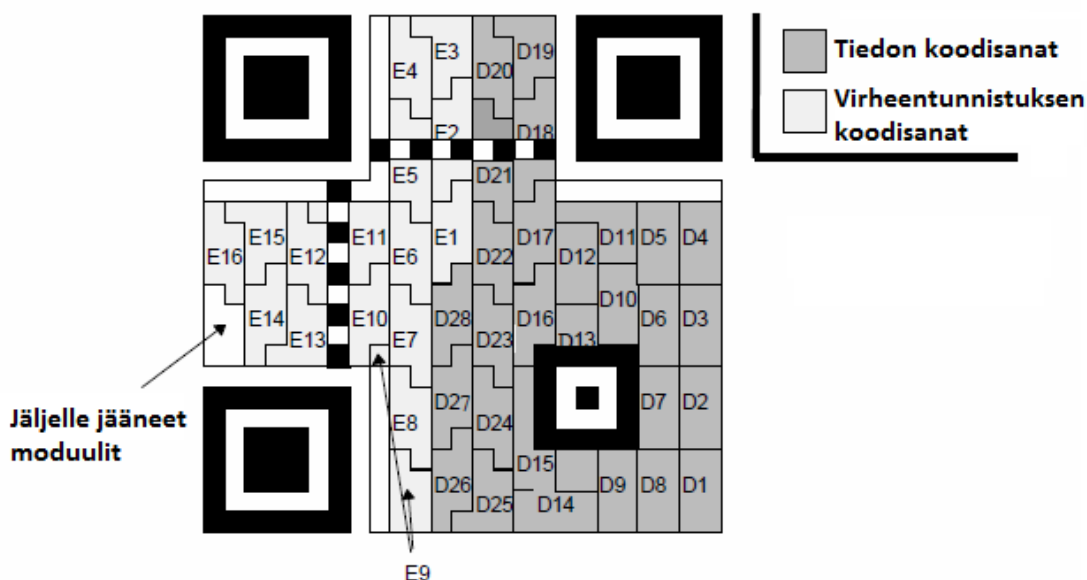


KUVA 16. Sama teksti, eri virheentunnistustaso (Valkeapää 2013)

Kuvassa 16 on havainnollistettu virheenkorjauksen vaikutusta koodin kokoon. Koodissa on sama teksti: ”terve. opinnaytetyötä varten tehty esimerkki qr-koodi”. Ä-, Ö- ja Å-kirjaimet aiheuttavat usein ongelmia generoidun koodin lukemisen kanssa, joten vältin niiden käyttämistä. L-tason koodin versionumero on 4 ja sen koko on 33*33 moduulia. M tasolla koodit ovat vielä samankokoiset, mutta niiden rakenne on muuttunut. Q tasolla QR-koodiin on tullut niin paljon lisää koodi- ja virheentunnistussanoja, että QR-koodin koko on kasvanut neljällä moduulilla 37*37 kokoiseksi. Sama ilmiö on havaittavissa H tason koodissa, joka on kooltaan 41*41 moduulia. (QR Code 2010.)

3.4 Tiedon varastointi ja lukeminen

Tieto varastoidaan kahdeksan moduulin kokoisiin alueisiin, joista käytetään nimitystä koodisana. Koodisanat ovat 8 bitin kokoisia ja ne sijoittuvat koodiin kuvan 17 osoittamalla tavalla. Yksi bitti tietoa vastaa siis yhtä moduulia kuviossa. Koodin versiosta riippuen moduulien määrä ei aina ole tasan jaollinen kahdeksalla. Jäljelle jääneistä moduuleista käytetään englanninkielistä nimitystä *remainder bits*, loput bitit. Jäljelle jääneitä moduuleita voi olla 3, 4 tai 7 ja niiden arvo tulee olla 0 ennen tiedon naamiointia. Jäljelle jääneet moduulit sijoittuvat aina viimeisen virheentunnistuskoodisanan perään ja mikäli QR-koodin versio on seitsemän tai suurempi, version tieto alueen yläpuolelle. (ISO/IEC 18004:2006, 48.)



KUVA 17. Koodisanat, suomennettu (ISO/IEC 18004:2006, 48)

Perusmuodossa koodisanan alue on 2 moduulia leveä ja 4 moduulia korkea. Koodisanan merkittävin bitti on aina ensimmäisenä. Bitit asetellaan vuorotellen vasemman- ja oikeanpuoleisen moduulin välillä rivi kerrallaan. Taulukossa 3 on esitetty perusmuoto ylös- ja alaspäin luettaville koodisanoille, sekä D11:lle. D11 on kuvassa 17 näkyvä erikoistapaus, koska sen muoto poikkeaa perusmuodosta. Tärkeintä bittiä kuvaa numero 7. Ajoitus-, tunnistus- eivätkä kohdistuskuviot ole milloinkaan osana koodisanaa.

TAULUKKO 3. Koodisanojen bittien järjestykset (ISO/IEC 18004:2006, 47)

Ylös		Alas		D11			
0	1	6	7	0	1	2	3
2	3	4	5			4	5
4	5	2	3			6	7
6	7	0	1				

Koodisanojen luenta tapahtuu kuvaan 17 merkityssä järjestyksessä, alkaen koodisanan D1, ja samalla koko QR-koodin, oikeasta alakulmasta. Koodisanasta D5 luenta jatkuu alaspäin, D9:stä jälleen ylöspäin ja niin edelleen. Koodisanojen sisällä moduulit luetaan taulukon 3 mukaisessa numerojärjestyksessä suurimmasta pienimpään. Koodisanat eivät kuitenkaan ole kuvan 17 mukaisessa numerojärjestyksessä. Koodisanat jae-

taan lohkoihin, joiden määrä riippuu virheentunnistuksen tasosta ja koodin versionumerosta. Tämän jälkeen jokaiselle lohkolle lasketaan vastaava määrä virheentunnistuskoodisanoja. Lopuksi sanat sijoitetaan koodiin kuvan 17 luentajärjestystä seuraten vuorotellen jokaisesta lohkoista, kuitenkin niin, että ensin sijoitetaan koodisanat. Viimeisen koodisanan jälkeen sijoitetaan virheentunnistuksen koodisanat samalla tavalla. (RedTitan 2011; ISO/IEC 2006, 45–47.)

Esimerkiksi version 3 koodiin mahtuu yhteensä 70 koodisanaa. H-tason virheentunnistuksella virheentunnistuskoodisanoja on 44 ja lohkoja kaksi. Tiedon koodisanoja on 26 kappaletta ($70 - 44 = 26$). Kahteen lohkoon jaettuna tietojen ensimmäinen lohko sisältää sanat D1-13 ja toinen lohko sanat D14-26. Virheentunnistuksen ensimmäinen lohko sisältää sanat E1-22 ja toinen lohko sanat E23-44. Lopullinen järjestys olisi siis D1, D14, D2, D15 ... D13, D26, E1, E23, E2, E24 ... E22 ja E44. Version 3 QR-koodissa on tiedolle käytössä 567 moduulia. Koska tietoon kului vain 560 moduulia ($70 \text{ koodisanaa} * 8 \text{ bittiä/koodisana} = 560 \text{ bittiä}$), kuvioon jää 7 ylimääräistä bittiä. (ISO/IEC 18004:2006, 19, 38.)

Koodi- ja virheentunnistuskoodisanojen ja ylimääräisten bittien ollessa paikoillaan, kuvio käsitellään vielä peitekuviolla, englanniksi *masking pattern*. Peitekuvioinnin tarkoituksena on tasapainottaa QR-koodin mustien ja valkoisten moduulien määrää, sekä estää ylimääräisten tunnistus- ja kohdistuskuvioiden muodostumista koodin sisään. Tunnistus-, ajoitus ja kohdistuskuviot, sekä version- ja rakenteen tietojen alueet jäävät peitekuvioinnin ulkopuolelle. (ISO/IEC 18004:2006, 18, 50.)

Ennen peitekuvioinnin asettamista, kuvioitava koodi käydään läpi erilaisilla peitekuvioilla. Jokainen kuviointi pisteytetään. Pisteiden määrä kertoo virheistä, joita peitekuvioinnin käyttö aiheuttaa koodissa. Pisteytyksessä huomioidaan mustien ja valkoisten moduulien välinen suhde, yli viiden samanvärisen moduulin jonot samalla rivillä tai samassa sarakkeessa, samanväristen moduulien alueiden koot ja tunnistuskuvion näköisen alueen ilmeneminen. Huomioitavien kohteiden esiintymiset kerrotaan kunkin vakavuutta vastaavilla painoarvoilla ja lopulta koodissa käytetään sitä peitekuviota, joka sai vähiten pisteitä. (ISO/IEC 18004:2006, 53–54.)

3.5 Käyttökohteita ja mahdollisuuksia

Yksi oivallinen tapa on tehdä QR-koodeilla kauppa. Britannialainen kauppaketju Tesco halusi lisätä myyntiä Etelä-Koreassa ilman, että rakentaisi sinne lisää kauppajoja. Tuloksena kiireisten eteläkorealaisten avuksi syntyi Tesco Home plus. Tesco Home plus on virtuaalinen kauppa, jossa hyllyt ovat korvattu valotaulujen päälle asennetuilla kalvoilla, joissa on kaupan tuotteiden kuvia ja jokaisella kuvalla oma QR-koodi. Valotauluja on asennettu esimerkiksi metrotunneleihin, jolloin ostokset voi tehdä metroa odotellessa työmatkalla. Ostosten ostoskärryyn keräämisen sijaan käyttäjä lukee koodit omalla älypuhelimellaan, jolloin merkintä ostoksesta siirtyy virtuaaliseen ostoskoriin kunkin asiakkaan kohdalle. Kun kaikki ostokset ovat kasassa, siirrytään maksamaan, annetaan yhteystiedot ja kauppa toimittaa ostokset suoraan kotiovelle haluttuna kellon aikana. (Duz 2011.) Myös suomalainen tietotekniikan ja viihde-elektroniikan verkkokauppa Jimm's aloitti vuoden 2012 lopulla vastaavan kokeilun sijoittamalla vastaavia tauluja Helsingin metro- ja juna-asemille (Karkimo 2012.) ja jo ensimmäisen viikon aikana koodeja skannattiin yli 500 kertaa (Taiste 2012.)

Pelikonsoleistaan hyvin tunnettu Nintendo on myös löytänyt QR-koodien hyvät puolet. Nintendo pelikonsoleilla on mahdollista luoda omia Mii-hahmoja, joilla pelataan kavereiden kanssa ja heitä vastaan. Hahmot ovat yksilöllisiä ja niiden ulkonäöstä saa tehtyä erittäin persoonallisen. Yhtiö on tehnyt käsipelikonsoli Nintendo 3ds:ään ominaisuuden, jolla laite muuntaa Mii-hahmon QR-koodiksi. Koodin voi lukea konsolin näytöltä toisella Nintendo 3ds laitteella. Näin hahmon siirtäminen laitteesta toiselle sujuu hetkessä, ilman verkkoyhteyksiä. (Semacode 2011.)

Muun muassa siivouspalveluja tarjoava ISS Palvelut on havainnut QR-koodien hyödyn. Yhtiö hankki kaikille, noin 6000 siivoojallensa, älypuhelimet, joilla voidaan lukea siivouskohteeseen liimattu QR-kooditarra. Saavuttaessa ja lähdetäessä luettava koodi kirjaa tietojärjestelmään saapumis- ja poistumisajat, jolloin työajanseurantaan ei tarvitse enää käyttää aiemmin käytössä olleita työaika lomakkeita. (ISS Suomi 2013.)

QR-koodeilla on luotu myös lisää sisältöä harrastukseen nimeltä geokätköily. Siinä kätköilijä piilottaa maastoon rasian, jossa on ainakin kätkötiedote, lokikirja ja kynä. Paikan tiedot hän ottaa satelliittipaikantimella ja julkaisee ne internetissä alan harrastajien sivuilla. (Geocache 2013.) Suomalainen geocache-sivuston käyttäjä, nimimerkki

Qtti75, on tehnyt moniosaisen geokätkön käyttäen QR-koodeja. Siinä on aloitus- ja lopetuspaikan lisäksi neljä välietappia, joista kolmelta ensimmäiseltä saadaan numero viimeisen paikan rasian avaamiseksi. Aloitus- ja välietappien koordinaatit löytyvät QR-koodin takaa. (Geocaching 2012.)

Erikoisin QR-koodin kohde on ollut varmasti erään turkkilaisen tatuointiliikkeen työpaikkailmoituksessa. Koska tatuojan virka edellyttää tarkkaa silmää ja vakaata kättä, työpaikan haluavan on ensin väritettävä mainoksessa oleva koodi tarkasti omalla kynällään. Onnistuneessa suorituksessa koodi on luettavissa älypuhelimella. Koodi ohjaa sivulle, josta voi jättää oman työhakemuksensa. Onnistunut koodin värittäminen toimii samalla myös taidonnäytteenä. (Iltalehti 2013; Twirlit 2013.)

Koodien käytössä kannattaa erityisesti huomioida pinta, josta ne luetaan. Kiiltävät, peilimäiset ja heijastavat, kaarevat ja kulmikkaat pinnat ovat yleensä huonoja vaihtoehtoja. Esimerkkinä hyvästä ideasta mutta huonosta toteutuksesta on eräs virvoitusjuomamonipakkaus, jonka päällysmuovissa kerrottiin kilpailusta, johon olisi päässyt osallistumaan lukemalla oheisen QR-koodin. Koodi oli painettu kaarevaan muoviseen pakkaukseen, joka oli tölkkien ympärillä. Koodin ympärille oli jätetty noin moduulin kokoinen hiljainen alue, vaikka QR-koodilla sen pitäisi olla vähintään neljä moduulia. Koodi oli myös epämuodostunut muovin venymisen ja taipumisen takia. Puhelimessani ollut koodinlukija ei onnistunut tunnistamaan kuviota, vaikka yritin useita kertoja. Yritin myös suoristaa muovia niin, että koodi olisi neliön muotoinen, mutta ilman tulosta. Syynä koodin luennan epäonnistumiseen luulin olevan pinnan epätasaisuudessa. Kun pinta, jossa koodi on, taipuu tai venyy, moduuleista ja samalla koko kuviosta tulee epämuodostuneita, eivätkä lukijat enää osaa tulkita niitä. Toinen syy voi olla myös liian pienessä hiljaisessa alueessa.

4 KÄYTÄNNÖN PROJEKTIT

Tässä luvussa kerron käytännön projekteista. Ensin kerron tekniikoista ja työvälineistä, joita itse työssä käytettiin. Tämän jälkeen kerron tapauskohtaisesti miten kaikki alkoi, mistä sovittiin ennen toteuttamiseen ryhtymistä, mitä sovellukset sisältävät ja miten ne toteutettiin.

4.1 Yleistä

Sovelluspuoli toteutettiin molemmissa tapauksissa HTML-, PHP- ja MySQL-tekniikoilla. Nämä ovat yleisiä verkkosivuissa käytettyjä tekniikoita. Tein sivut paikallisesti Notepad++-, MySQL Workbench- ja WampServer-nimisiä ohjelmia käyttäen. Notepad++ on yksinkertainen tekstieditori, jossa on syntaksia korostava ominaisuus useille eri ohjelmointikielille. Tavalliseen muistioon verrattuna Notepad++:lla tehdystä koodista on huomattavasti helpompi havaita syntaksista johtuvat virheet. MySQL Workbench on työkalu tietokantojen hallintaan. WampServer on Apache webpalvelimen, MySQL tietokantapalvelimen ja PHP komentosarjakielen sisältävä paikallinen WWW- palvelin Windows -käyttöjärjestelmälle. Käytännön testaamista ja julkaisua varten käytin FileZilla tiedonsiirto-ohjelmaa.

Sivujen toteutuksessa keskityttiin erityisesti niiden toimintaan mobiililaitteilla. Nopeasti latautuva sivu on yksi tärkeimpiä mobiilisivujen ominaisuuksia. Ympäristö, josta käytettynä sivujen tuli toimia, oli maaseudulla tai taajaman rajalla, joten kuuluvuusalue voi olla paikoitellen heikko. Lisäksi huomiota on saanut myös mobiililaitteiden palveluntarjoajasta riippuvat seikat.

Esimerkiksi Sonera mainostaa sivuillaan heidän 3G-verkkonsa tukevan nopeuksia verkosta päätelaitteelle tekniikasta riippuen jopa 42Mbit/s. Käytännön rajoiksi annettu vaihteluväli verkosta päätelaitteelle on tekniikasta riippuen 0,4- 20,0 Mbit/s ja päätelaitteelta verkkoon 0,4 – 3,0 Mbit/s. Heidän kuuluvuuskartan mukaan 3G alue kattaa lähes koko Suomen. (Sonera 2012.)

Yhteyden nopeus riippuu myös palveluntarjoajan liittymätyypistä. Liittymiä on tarjolla useilla eri nopeuksilla varustettuina. Tietoa siitä, millaisia liittymiä kaikilla sovelukseni käyttäjillä on tai millaisilla kuuluvuusalueilla jokainen kohde sijaitsi, ei minulla työtä tehdessäni ollut, joten sivut oli hyvä toteuttaa pienintä nopeutta ajatellen. Silloin käyttökokemus nopeuden osalta on mahdollisimman hyvä hitailla ja vähintään hyvä nopeammilla yhteyksillä.

Koodien luomista varten käytin Google Chart Tools: Infographicsia. Se on helppokäyttöinen työkalu, jolla voidaan tehdä QR-koodeja. Koodille voi antaa viisi parametria, joista kolme on pakollista. Pakollisia ovat tyyppi, kuvan koko ja tieto, joka on

näissä tapauksissa linkki verkkosivuille. Valinnaisena voi määritellä koodaustyyppin ja virheentunnistustason. Koodaustyyppi on määrittelemättömänä UTF-8 ja virheentunnistus pienin, jolloin koodi voidaan lukea korkeintaan 7 % vaurioituneena. Kuvan koko sisältää koodin vaatiman hiljaisen alueen.

Google Developersin mukaan mobiililaitteilla voi olla mahdollista lukea vain versio 4 ja sitä pienempiä QR-koodeja. Tämä tarkoittaa 33*33 moduulin kokoisia ruudukkoja, joihin mahtuu pienimmällä virheentunnistuksella 114 ja suurimmalla 50 aakkosnumeerista merkkiä. Ratkaisuihin käytettyjen URL:ien pituudet olivat enimmillään 58 merkkiä pitkiä, jolloin Q-tason tarjoama 25%:n virheentunnistus 4 version koodilla olisi ollut turvallisin vaihtoehto, jota olisin voinut käyttää. (Google Developers 2012.)

4.2 MikkeliPuisto

MikkeliPuisto on vuonna 2007 Mikkelin keskustan läheisyyteen avattu puutarhamatkailukohde, jossa on mukana yli 110 jäsentahoa. Puistossa järjestetään erilaisia tapahtumia ja muuta toimintaa pitkin kesää, ja puistoon on kävijöillä aina vapaa pääsy.

Tämä projekti käynnistyi helmikuun alussa 2013. Olin edeltävänä syksynä työharjoittelussa tehnyt MikkeliPuiston verkkosivuja ja tiedustelin harjoittelun jälkeen mahdollisuudesta saada heistä tilaaja opinnäytetyölleni. Sain tietää, että heitä oli toivottu testaamaan QR-koodien käyttöä, joten sovimme palaverin helmikuun toiselle viikolle.

Palaverin jälkeen minun tehtävänäni oli siis luoda mobiiliystävällinen sivu, johon kunkin puutarhan kohdalla avautuu kyseisen puutarhan tiedot. Jokaisen puutarhan yhteyteen tuli siis oma itsenäinen QR-koodi, josta halutessaan pääsi lukemaan lisätietoja puutarhasta ja siihen yhteydessä olevista yrityksistä. Tehtävänäni oli myös tehdä helpokäyttöinen järjestelmä, josta koodien luominen onnistuisi.

Painavin syy siihen, miksei linkkiin laitettu suoraan kunkin puutarhan osoitetta on se, ettei varsinaisia sivuja ollut optimoitu millään tavalla mobiililaitteilla käytettäväksi. Jo pelkät latausajat olisivat voineet olla hitailla yhteyksillä niin pitkät, ettei palvelun käytöstä olisi jäänyt kovinkaan hyvä mieli.

Projekti oli mielenkiintoinen ja mahdollinen toteuttaa. Aikaa oli varattu runsaasti ja suurin osa siitä kuluikin siihen tärkeimpään, eli testaamiseen. Projekti sisälsi kaksi kokonaan uutta sivua ja yhden painikkeen lisäämisen valmiina olevien sivujen ylläpitopuolelle.

Puutarhan tunnus:

Puutarhan nimi:

Puutarhan kuvaus:

B
I
Muotoilu

T

Hongoston Taimiston pitkään kukkivat omajuuriset pensasruusut sekä kestävät kotimaiset katajat monessa kasvumuodossaan saavat puitteet ja raamit Lujabetoni Oy:n betonituotteista. Osastoa täydentää Perennataimisto H. Rasimuksen (om. Tiina Harjula) kunttakasvusto. Lisää osaston taimistojen kasvi-ihanuuksia, kuten Rasimuksen perennoja, on esillä Kesäkahvila Keijunmekon edustan istutusalueella.

QR

Lisää galleriakuva

Tallenna muutokset

Peruuta

KUVA 18. Ylläpitopuolen näkymä (Valkeapää 2013)

Ensimmäinen uusista sivuista sisälsi QR-koodin kuvan ja kehotuksen sen lukemiseen. Toimeksiantajan toiveena oli, että tarvittavien koodien luominen olisi helppoa. Mielestäni onnistuin ratkaisussa hyvin: Ylläpitopuolella (kuva 18) on jokaisen puutarhan muokkausmahdollisuuden yhteydessä linkki, josta pääsee kuvan 19 näköiselle sivulle. Sivun tulostamalla saa oikean kokoisen ja käyttövalmiin koodin. Harmaa katkoviiva kuvaa linjaa, jota myöten tuloste on turvallista leikata, ettei tuhoa koodin vaatimaa hiljaista aluetta.



KUVA 19. QR-koodin tulostussivu (Valkeapää 2013)

Koodin luomiseen käytin Google Developersin tarjoamaa Google Chart Tools: Infographicsia. Sen avulla koodeja voidaan luoda selaimen osoiterivillä. Ainoa muuttuja, joka eri kohteiden välissä oli, oli tietokannassa olevien puutarhojen perusavain. Puutarhat lajitellaan saman perusavaimen mukaan ylläpitosivuilla, joten sen välittäminen ja poimiminen GET-metodia käyttäen oli helpoin ratkaisu.

Kuvassa 20 on QR-koodin tulostussivun koodi. PHP-lohkon sisällä puutarhan numero poimitaan `num` -nimiseen muuttujaan sivun osoiteriviltä GET-metodilla muuttujasta nimeltä `"pt"`. Kuvan osoite luodaan muuttujaan nimeltä `"osoite"`. Osoite on jaettu kahdelle riville vain kuvan ottamista varten. `Num` -nimiseen muuttujaan poimittu numero sijoitetaan osoitteen perään omalle paikalleen. Rivillä 29 luodaan harmaalla katkovivulla varustettu kehys, jonka sisään sijoitetaan kehoitus ja kuva. Kuvan lähteenä käytetään aiemmin luotua osoitetta, joka tulostetaan paikalleen PHP:n `print` komennolla.

```

1  <!DOCTYPE html>
2  <html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
3  <head>
4      <meta charset="UTF-8">
5      <title>MikkeliPuisto</title>
6      <style>
22 </head>
23 <body>
24 <?php
25     $num = $_GET["pt"];
26     $osoite = "https://chart.googleapis.com/chart?cht=qr&chs=150x150&chld=L
27     &chl=http://www.mikkeliPuisto.net/lisatieto.php?pt=".$num;
28     ?>
29 <div class="kehikko">
30     <p class="teksti"> Lisätietoja kohteesta </p>
31     <br />
32     
33 </div>
34 </body>
35 </html>

```

KUVA 20. QR-koodisivun koodit (Valkeapää 2013)

Kuvassa 21 on toinen uusi, kohteen tiedot esittävä sivu. Sivun väreinä on käytetty MikkeliPuiston varsinaisilta verkkosivuilta tuttuja sinisen sävyjä. Sivulla on otettu myös huomioon mahdollisuus siirtyä suoraan eri puutarhojen välillä. Näin ollen käyttäjä pääsee vapaasti selailemaan puutarhojen esittelyjä. Jokaisen puutarhan kohdalla on myös mahdollista tutustua mukana oleviin yrityksiin ”Yhteistyössä” painikkeen kautta. Yhteistyö-sivun näkymä on kuvassa oikealla. Linkit vievät yritysten omille verkkosivuille.



KUVA 21. Lisätieto- ja yhteistyösivun näkymät (Valkeapää 2013)

Kuvassa 22 on lisätieto-sivun koodin alku. Rivillä 4 näkyy sivuston olennaisin osa: Meta-tag, joka ohjeistaa mobiililaitteen selainta näyttämään sivun oikein. Content-attribuutilla on kolme arvoa. Ensimmäinen arvo määrää sivun leveyden samaksi laitteen ruudun leveyden kanssa. Toinen arvo määrää sivun mittakaavan sen ensimmäisellä latauskerralla. Kolmas arvo estää sivun sisäänpäin tarkentamisen.

```

1  <!DOCTYPE html>
2  <html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
3  <head>
4      <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1, maximum-scale=1" />
5      <meta charset="ISO-8859-1">
6      <title>Mikkelipuisto</title>
7      <style>
8          body {
9              background-color: rgb(104,181,249);
10         }
11         .kehys {
12             margin: 20px;
13             background-color: rgb(221,238,252);
14             border: 2px solid rgb(221,238,252);
15             box-shadow: 0px 0px 15px 15px rgb(221,238,252);
16         }

```

KUVA 22. Lisätieto-sivun koodia (Valkeapää 2013)

Riveillä 8-16 nähdään sivuston reunojen toteutus. Bodyn sulkeiden sisällä määritetään sivuston taustaväri tumman siniseksi. Kehys-luokan sulkeiden sisällä kehyksen ja ruudun väliseksi alueeksi määritetään 20 pikseliä, jotta kehyksen sumennetut reunat näkyvät halutulla tavalla. Kehyksen taustaväri on asetettu vaalean siniseksi ja reunat asetetaan kahden pikselin paksuisiksi, kiinteiksi ja samanvärisiksi kehyksen kanssa. Rivillä 15 luodaan kehykselle sumuiset reunat viidellä arvolla. Ensimmäinen ja toinen arvo kertovat varjon vaaka- ja pystysuoran sijainnin. Nolla arvoilla varjo lähtee suoraan alueen reunoista. Kolmas arvo kertoo varjon sumennuksen, englanniksi *blur*, leveyden ja neljäs arvo sumennuksen levinneisyyden. Viides arvo kertoo varjon värin, joka on sama kehys-alueen kanssa.

```

44  //seuraava/edellinen napeille
45  $sql = "SELECT * FROM puutarhat;";
46  $tulosjoukko = mysql_query($sql);
47  $i = 1;
48  while ($rivi=mysql_fetch_array($tulosjoukko,MYSQL_ASSOC)) {
49      $puistot[$i] = $rivi["puutarha_id"];
50      $i++;
51  }
52  $id = $_GET["pt"];
53  $tulos = array_search($id, $puistot);
54  $viimeinen = count($puistot);

```

KUVA 23. Edellinen/Seuraava painikkeet (Valkeapää 2013)

Kuvassa 23 riveillä 45 ja 46 tehdään tietokantahaku. While-silmukassa tallennetaan haun tuloksena saadut puutarhojen perusavaimet tauluun nimeltä ”puistot”. Rivillä 52 haetaan sivun puutarhan numero muuttujaan nimeltä ”id”. Rivillä 53 käytetään PHP:n array_search-funktiota, jolla etsitään id-nimisen muuttujan arvoa taulukosta nimeltä puistot, ja tallennetaan saatu arvo muuttujaan nimeltä ”tulos”.

Tulos-muuttujaa käytetään sovelluksen sivujen välillä siirtymisen apuvälineenä. Se kertoo suoraan perusavaimen sijainnin taulukossa, jonka pienin arvo on 1 ja suurin arvo löytyy muuttujasta ”viimeinen”. Myöhemmin siirtymisnappien yhteydessä nykyisen sivun viereisiä arvoja verrataan taulukon arvoihin ja mikäli arvot löytyvät, sivulle tulostetaan siirtymisen mahdollistavat painikkeet. Esimerkiksi, jos olen ensimmäisellä sivulla, taulukosta ei löydy pienempiä arvoja ja tällöin sivulla ei näy painiketta, josta pääsisin ensimmäistä sivua edeltävälle sivulle. Tällaiseen ratkaisuun päädyin, koska puutarhojen viiteavaimet eivät olleet yhtenäinen lukujoukko pisteiden a ja b välillä. Ratkaisu antaa samalla rajat, joiden avulla pystyin varmistamaan, ettei sivun painikkeilla pääse siirtymään puutarhaan, jota ei ole olemassa.

Kuvassa 24 rivillä luodaan sivulle kehys, jonka sisälle sijoitin ensimmäisenä Mikkeli-puiston logon. Rivillä 63 tarkastetaan if-lauseella, ollaanko puutarhan yhteystyö-sivulla. Koska if-lauseen ehdon edessä on huutomerkki, lauseen sisältö toteutetaan, jos ehto ei täyty. Koodin luennasta tullessa tämä if-lause on aina epätosi. While-silmukassa tulostetaan puutarhan nimi ja tiedot.

```

58 <div class="kehys">
59     
60     <?php
61
62     //Koodin luennasta tullaan tähän
63     if (!$_GET["yt"]) {
64
65     //tulostukselle
66         while($rivi = mysql_fetch_array($tulokset, MYSQL_ASSOC)) {
67
68             print "<p id='otsikko'>".$rivi["nimi"]."</p><br/>";
69             print $rivi["kuvaus"]."<br/><br/>";
70         }

```

KUVA 24. Lisätietosivun koodeja (Valkeapää 2013)

Puutarhan tietojen tulostuksen jälkeen on uusi ehtolause, joka tarkastaa, onko yhteistietojen painiketta painettu. Jos oli, tulostetaan sivulle puutarhan tietojen sijaan yhteistyökumppanit. Yhteistyökumppani näkymässä on aina linkki takaisin saman puutarhan sivulle.

4.3 Emma-hanke

Emma-hanke etsii keinoja yhdistää maaseutu ja nuoret. Tavoitteena on ehkäistä nuorten poismuuttoa maakunnasta, edistää maaseudulla toimivien yritysten jatkuvuutta yrittäjä/sukupolvenvaihdosten kautta sekä parantaa nuorten työllistymismahdollisuuksia maaseudun yrityksiin ja yrittäjinä. Emma-hanke tuo yhteen opiskelijat, opettajat ja maaseudulla toimivat yritykset.

Minun osalta projekti käynnistyi tammikuun lopulla vuonna 2013 olleessa palaverissa. Emma-hankkeelle oli tarvetta saada palaute- ja tehtäväjärjestelmä. Samalla kävi ilmi, että järjestelmän ratkaisussa voisi hyödyntää opinnäytetyöni aihetta, QR-koodia. Niinpä ryhdyin suunnittelemaan haluttua järjestelmää, jonne ensisijainen linkki löytyy QR-koodin takaa.

Pidimme toisen, lyhyen palaverin vielä ennen varsinaisiin hommiin ryhtymistä. Päätimme, että tehtävät on hyvä olla maaseutupassissa edellisvuoden tapaan. Maaseutupassi on nuorille jaettava pieni esitevihkonen, jossa on kysymyksiä ja tietoja kierrokseen kuuluvista tiloista. Vanhasta passista sain mitattua rajat, minkä kokoisia QR-koodien tulisi olla, etteivät ne olisi liian suuria. Palautteen antoa varten käytimme Webropolin tarjoamaa palvelua. Webropol mainostaa itseään markkinoiden monipuolisimpana kyselypalveluiden tarjoajana ja tarjoaa myös oman tulosten analysointityökalun. Palaverin jälkeen tehtäväni oli siis enää luoda yhteensä 16 QR-koodia.

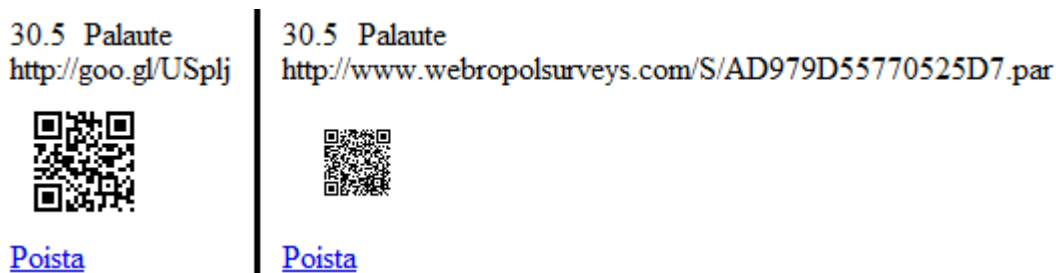
Koska paikka, jossa luodut koodit esiteltiin, ei ollut lopullinen, sen ulkoasulla ei ollut juuri merkitystä. Tein PHP:llä hyvin yksinkertaisen sivun (kuva 25), jossa on kaksi saraketta. Vasemmanpuoleisessa on kolme tekstikenttää ja lähetä-painike. Tiedot tallennetaan MySQL-tietokantaan ja tulostetaan oikeanpuoleiseen kenttään päivämäärän mukaan pienimmästä suurimpaan. Kuva luodaan Web service tyylillä GCT: Infographics osoitteen ja tietokantaan tallennetun osoitteen avulla. Tulostettujen tietojen

alle tulee osoitteenmukaisen QR-koodin kuva ja mahdollisuus poistaa tietue tietokannasta.

Päivä <input type="text"/> Tila <input type="text"/> Osoite <input type="text"/> <input type="button" value="Lähetä"/>	10.5 Heikkilän yrittäjä http://www.kotimaisyrittajat.fi  Poista
	10.5 Palaute http://goo.gl/nrteq  Poista

KUVA 25. Koodien luonti (Valkeapää 2013)

Pitkien osoitteiden kohdalla jouduin käyttämään URL:ien lyhennyspalvelua. Tähän tarkoitukseen valitsin Googlen lyhentäjän, koska palvelu on vakaa ja luotettava. Tärkeimpänä ominaisuutena kuitenkin oli, etteivät sillä luodut linkit vanhene, elleivät ne johda esimerkiksi haittaohjelmia levittäville sivuille.



KUVA 26. Pitkän ja lyhyen URL:in ero (Valkeapää 2013)

Kuvassa 26 näkyy suurin syy lyhennyspalvelun käytölle. Lyhentämättömänä koodissa ollut linkki sisälsi niin paljon tietoa, että mahtuakseen haluttuun tilaan, koodi pienensi moduulinsa kokoa huomattavasti. Samalla koodi pieneni noin puoleen halutun kokoisesta. Koodin lukeminen onnistui virheettömästi lasertulostimella tulostetusta koodista, mutta jo pieni naarmu teki siitä lukukelvottoman. Kuvan 26 vasemmanpuoleinen koodi on tulostettuna kooltaan 11 millimetriä ja oikeanpuoleinen vain noin 6 millimetriä.

```

73 <div class="oikea">
74 <?php
75     $sql = "SELECT * FROM tietue ORDER BY paiva;";
76     $sql_tulos = mysql_query($sql) or die (mysql_error());
77     while($rivi = mysql_fetch_array($sql_tulos, MYSQL_ASSOC)) {
78         print "<div class='rivi'>".$rivi["paiva"].".5 ".$rivi["tila"].
79             "<br />".$rivi["osoite"]."<br/><img src='https://chart.googleapis.com/
80             chart?cht=qr&chs=75x75&chld=L&chl=".$rivi["osoite"]." ' />
81             <br/><a href='index.php?do=3&id=".$rivi["id"]." ' Poista </a></div><br/>";
82     } //while
83     ?>
84 </div>

```

KUVA 27. QR-koodin luominen (Valkeapää 2013)

Kuvassa 27 on sivun olennaisimman osan koodi. Rivi 78 on rivitetty neljälle riville kuvan ottamista varten. PHP-lohkon sisällä tehdään tietokantahaku ja käsitellään tulokset while-silmukassa, jolloin voidaan tulostaa kaikki tietokannasta löydetyt kohteet rivi kerrallaan. Jokaisesta kohteesta tulostetaan päivä, jolloin vieraillaan kyseisellä tilalla, tilan nimi, verkko-osoite mahdollisten kirjoitusvirheiden varalta ja kuvan piirtävä img-tag. Img-tagin sisälle lähteeksi asetetaan Google Chart Tools: Infographic-sin osoite, jonka perään haluttu verkko-osoite. Rivillä 81 luodaan vielä linkki rivin poistamista varten.

```

13 if ($_REQUEST["do"] == 1) {
14     $paiva = $_POST["paiva"];
15     $tila = $_POST["tila"];
16     $osoite = $_POST["osoite"];
17     $sql = "INSERT INTO tietue(paiva,tila,osoite) VALUES ('$paiva','$tila','$osoite')";
18     $sql_tulos = mysql_query($sql) or die(mysql_error());
19     header("Location: index.php");
20 }
21 else if ($_REQUEST["do"] == 3) {
22     $id = $_GET["id"];
23     $sql2 = "DELETE FROM tietue WHERE id=$id";
24     mysql_query($sql2) or die(mysql_error());
25     header("Location: index.php");
26 }

```

KUVA 28. Tietojen lisääminen ja poistaminen (Valkeapää 2013)

Kuvassa 28 on sivun alussa olevat käsittelijät tietojen lisäämiselle ja poistamiselle. Jotta välttiin mahdollisilta sivun uudelleenpäivityksen aiheuttamilta duplikaateilta, tein lisäämisen ja poistamisen uudelleenohjauksen kautta. Lisäämiseen käytetty form-tag sisältää toiminta-attribuutissa muuttujan ”do”, jonka arvo on yksi. Poistamisen yhteydessä saman muuttujan arvo on kolme. Riveillä 13 ja 21 tarkastetaan, kumpaa toimintoa halutaan käyttää, ja tapauskohtaisesti suoritetaan joko lisäys tai poisto. Lopuksi käyttäjä ohjataan uudestaan pääsivulle.

5 PÄÄTÄNTÖ

Opinnäytetyön tekeminen sujui ilman suurempia ongelmia. Kirjoitettuja lähteitä aiheeseen liittyen oli vähän ja verkkolähteiden kanssa oli oltava kriittinen ja valikoiva. QR-koodin teknistä puolta verkkolähteissä käsiteltiin hyvin heikosti. Tutustuttuani koodin standardiin yllätyin miten helposti ymmärrettävässä muodossa se oli kirjoitettu. Ennakkoluuloni standardeista oli erilainen. Koska ne ovat virallisia asiakirjoja, odotin niiden olevan kirjoitettu niin, ettei niistä tavallinen ihminen saisi paljoakaan irti.

QR-koodit ovat Suomessa vielä melko tuntemattomia ja niiden käyttö on vielä melko vähäistä, mutta niiden yleistyminen on jo hyvässä vauhdissa. Vielä vuosi sitten en muista nähneeni koodeja missään. Nyt tämän opinnäytetyön aikana, varmasti myös sen ansiosta, olen huomionut ympäristöäni tarkemmin ja havainnut koodeja yhä useammista paikoista.

QR-koodien tulevaisuus näyttää hyvältä. Uskon koodeja löytyvän lähitulevaisuudessa yhä useammista mainoksista, esitteistä ja erilaisten tuotteiden etiketeistä. Uskon myös koodien tulleen jäädäkseen, ja vain tulevaisuus näyttää, mihin koodeja voidaan vielä soveltaa.

Opinnäytetyön kirjoittamisen aikana suurimmat onnistumisen tunteet sain saadessani kolmos-luvun valmiiksi. Tarkan ja teknisen tiedon kirjoittamisesta käytännön projektien toteutuksien kirjoittamiseen siirtyminen oli, kuin olisi kiivennyt mäelle ja laskeutunut repun pois selästä. Käytännön projekteista kirjoittaessani kuitenkin lisäilin vielä asioita aiempiin lukuihin.

LÄHTEET

2d code. 2011. iQR is the New QR Code. WWW-dokumentti. <http://2d-code.co.uk/iqr-qr-code/>. Päivitetty 25.2.2011. Luettu 2.4.2013.

Arctigo. 2013. QR-koodit ja miten niitä tehdään. WWW-dokumentti. <http://www.arctigo.fi/artikkelit/verkkoliiketoiminta/105-qr-koodit-ja-miten-niita-tehdaan>. Ei päivitystietoja. Luettu 5.3.2013.

Barcode 1. 1995. Aztec Code. WWW-dokumentti. <http://www.adams1.com/stack.html>. Päivitetty 1995. Luettu 14.3.2013.

Barcode technologies. 2013. The DataMatrix 2D Barcode. WWW-dokumentti. <http://www.barcode-uk.com/pages.php?cID=2&pID=37>. Ei päivitystietoja. Luettu 12.3.2013.

Barcode Vision. 2010. QR. WWW-dokumentti. <http://www.barcodevision.com/index.php?area=BarcodeRef>. Päivitetty 2010. Luettu 26.3.2013.

Bellis, Mary. 2013. About guide. WWW-dokumentti. <http://inventors.about.com/od/bstartinventions/a/Bar-Codes.htm>. Ei päivitystietoja. Luettu 13.2.2013.

Botsbot. 2010. Finnkinon elokuvaan datamatrix koodilla. WWW-dokumentti. <http://www.botsbot.com/blog/?p=873>. Päivitetty 11.11.2010. Luettu 13.3.2013.

Colyton Industrial Designs. 2011. Data matrix codes. WWW-dokumentti. http://www.ci-markingsolutions.co.uk/acatalog/data_matrix_codes.html. Päivitetty 2011. Luettu 14.3.2013.

Dawson & Howes. 1998. vCard MIME Directory Profile. WWW-dokumentti. <http://tools.ietf.org/html/rfc2426>. Päivitetty 1998. Luettu 5.3.2013.

Digitoday. 2008. UpCode-älyruutusovellus etenee maailmalla. WWW-dokumentti. <http://www.digitoday.fi/bisnes/2008/03/26/upcode-alyruutusovellus-etenee-maailmalla/20088629/66>. Päivitetty 26.3.2008. Luettu 13.3.2013.

Duz, Michael. 2011. Tesco QR Code Subway Store. WWW-dokumentti. <http://www.youtube.com/watch?v=h7HnR02kJxY>. Päivitetty 22.6.2011. Luettu 5.3.2013.

Dynamic Imaging Solutions. 2013. Bar code FAQ for libraries. <http://www.dynamicimagingolutions.com/services/bar-code-faq-for-libraries.html>. Ei päivitystietoja. Luettu 18.2.2013.

EMarketer. 2012. Curious Consumers Begin Scanning QR Codes. WWW-dokumentti. <http://www.emarketer.com/Article/Curious-Consumers-Begin-Scanning-QR-Codes/1008781>. Päivitetty 17.1.2012. Luettu 16.4.2013.

Evifin. 2013. Viivakoodinlukijat, kädessäpidettävät mallit. WWW-dokumentti. <http://www.evifin.fi/kasilukijat.php>. Ei päivitystietoja. Luettu 26.3.2013.

Geocache. 2013. Mitä on geokätköily. WWW-dokumentti. <http://www.geocache.fi/>. Ei päivitystietoja. Luettu 19.3.2013.

Geocaching 2012. Quick Response Mysteerimulti. WWW-dokumentti. http://www.geocaching.com/seek/cache_details.aspx?wp=GC427ZF. Päivitetty 6.12.2012. Luettu 19.3.2013.

Google Developers. 2012. Syntax. WWW-dokumentti. https://google-developers.appspot.com/chart/infographics/docs/qr_codes. Päivitetty 26.3.2012. Luettu 25.3.2013.

GS1 Finland. 2013. GTIN. WWW-dokumentti. <http://www.gs1.fi/gs1-jarjestelma/gs1-ysiloinnin-avaimet/gtin>. Ei päivitystietoja. Luettu 13.2.2013.

GS1 Finland. 2013. Ohjeita lukukelpoisen viivakoodin tekemiseen. WWW-dokumentti. <http://www.gs1.fi/gs1-palvelut/viivakoodin-muodostaminen>. Ei päivitystietoja. Luettu 25.3.2013.

GS1US. 2013. The global language of business. Check digit calculator. PDF-dokumentti. http://www.gs1us.org/DesktopModules/DNNCorp/DocumentLibrary/Components/FileDownloader/FileDownloaderPage.aspx?tabid=111&did=974&pid=0&lrf=/DesktopModules/DNNCorp/DocumentLibrary/App_LocalResources/DocumentLibrary&cl=en-US&mcs=%2fDesktopModules%2fDNNCorp%2fDocumentLibrary%2f&uarn=Administrators&cd=false&tmid=115&if=1. Ei päivitystietoja. Luettu 18.2.2013.

Halpa-Halli. 2013. Kokkolan Halpa-Halli Oy. PDF-dokumentti. <http://www.hhnet.fi/Data/Attachment/ffdbc4c9a9b141bbac3ff3ad947c104b.pdf>. Ei päivitystietoja. Luettu 14.3.2013.

Halpa-Halli | HHCafe. 2011. Lataa HHCafe kännykkäsi!. WWW-dokumentti. <http://www.hhnet.fi/HHnet.aspx?id=130&p1=130&p2=130>. Päivitetty 2011. Luettu 14.3.2013.

Helsingin kaupunginkirjasto. 2009. Miten kauppohen tavarossa oleva viivakoodi toimii. WWW-dokumentti. <http://www.kysy.fi/kysymys/miten-kauppojen-tavaroissa-oleva-viivakoodi-toimii>. Päivitetty 5.12.2009. Luettu 4.3.2013.

History of QR Code. 2013. QR Code.com. WWW-dokumentti. <http://www.qrcode.com/en/history/>. Ei päivitystietoja. Luettu 15.4.2013.

HSL. 2013. UpCode-älyruutu – pysäkkiaikataulut. WWW-dokumentti. <http://www.hsl.fi/FI/matkustajanopas/mobiilipalvelut/Sivut/upcodealyruutu.aspx>. Ei päivitystietoja. Luettu 14.3.2013.

ID Automation. 2013. Data Matrix Barcode Overview. WWW-dokumentti. <http://www.idautomation.com/barcode-faq/2d/data-matrix/>. Päivitetty 2013. Luettu 26.3.2013.

Iltalehti. 2013. Työpaikkailmoituksessa nokkela testi: Olisitko sinä läpäissyt kokeen?. WWW-dokumentti.

http://www.iltalehti.fi/hullumaailma/2013022616719320_hu.shtml. Päivitetty 26.2.2013. Luettu 21.3.2013.

ISO/IEC 18004:2006. International Standard. Information technology – Automatic identification and datacapture techniques – QR Code 2005 bar code symbology specification. Second edition. Julkaistu 1.9.2006.

ISO/IEC 18004:2006/Cor.1:2009. International Standard ISO/IEC 18004:2006 Technical Corrigendum 1. Information technology – Automatic identification and data capture techniques – QR Code 2005 bar code symbology specification. Julkaistu 1.3.2009.

ISS Suomi. 2013. Siivousala murroksessa – älypuhelimet ja QR-koodit siivoojien työvälineiksi. WWW-dokumentti.

http://www.fi.issworld.com/iss_palvelut_yrityksena/issue/issue14-palvelumuotoilu/pages/siivousala-murroksessa.aspx. Ei päivitystietoja. Luettu 19.3.2013.

IProspect. 2013. QR-koodit tuovat tehoa markkinointiin. WWW-dokumentti.

<http://www.iprospect.fi/suosittelvat/qrcode-koodit-tuovat-tehoa-markkinointiin.html>. Ei päivitystietoja. Luettu 4.3.2013.

iQR code. 2013. QR Code. WWW-dokumentti.

<http://www.qrcode.com/en/codes/iqr.html>. Ei päivitystietoja. Luettu 4.4.2013.

It-viikko. 2007. Bussipysäkin älyruutu säästää näppejä pakkasella. WWW-dokumentti. <http://www.itviikko.fi/ratkaisut/2007/02/05/bussipysakin-alyruutu-saastaa-nappeja-pakkasella/20072976/7>. Päivitetty 5.2.2007. Luettu 13.3.2013.

Kaleva. 2012. Viivakoodin keksijä kuoli. WWW-dokumentti.

<http://www.kaleva.fi/uutiset/ulkomaat/viivakoodin-keksija-kuoli/615315/>. Päivitetty 14.12.2012. Luettu 13.2.2013.

Karkimo, Ari. 2012. Tietokone. WWW-dokumentti.

http://www.tietokone.fi/uutiset/jimm_s_valjastaa_qr_koodit_mobiiliin_kaupankayntiin. Päivitetty 2.11.2012. Luettu 7.3.2013.

Keravuori, Kimmo. 2012. GS1 infotilaisuus. PDF-dokumentti.

http://www.parastapoytaan.fi/uploads/GS1%20Info%20Ahlman_20%203%202012.pdf. Päivitetty 20.3.2012. Luettu 13.2.2013.

Lahdenperä, Jarmo. 1994. EAN-koodit. WWW-dokumentti.

<http://www.okol.org/verkkokurssit/vapaastivalittavat/kaupantietotekniikka/EANKoodit/EANAsia.htm>. Päivitetty 1994. Luettu 14.2.2013.

Micro QR code. 2013. QR Code. WWW-dokumentti.

<http://www.qrcode.com/en/codes/microqr.html>. Ei päivitystietoja. Luettu 2.4.2013.

Microscan. 2012. Precision data acquisition and control solutions. WWW-dokumentti.

<http://www.microscan.com/en-us/AboutUs/AboutMicroscan.aspx>. Päivitetty 2012. Luettu 2013.

- Neodynamic. 2013. Aztec code barcode. WWW-dokumentti.
<http://www.neodynamic.com/barcodes/Aztec-Code-Barcode.aspx>. Päivitetty 2013.
 Luettu 14.3.2013.
- Ohio University. 2013. Datamatrix and PDF417 data integrity test. PDF-dokumentti.
<http://www.barcodefaq.com/OSU-datamatrix-pdf417.pdf>. Ei päivitystietoja. Luettu
 14.3.2013.
- Omnipplanar. 2013. Driver's license PDF417 barcode. WWW-dokumentti.
<http://www.omnipplanar.com/PDF417-2D-Barcode.php>. Päivitetty 2013. Luettu
 21.3.2013.
- OnBarcode. 2013. Micro QR Code Introduction. WWW-dokumentti.
http://www.onbarcode.com/micro_qr_code/micro_qr_code_size_setting.html. Päivi-
 tetty 2013. Luettu 2.4.2013.
- Optiscan. 2011. Viivakoodityypit. WWW-dokumentti.
[http://www.viivakoodi.fi/common/pagedetail.aspx?PageCode=viivakoodiopas-
 viivakoodit](http://www.viivakoodi.fi/common/pagedetail.aspx?PageCode=viivakoodiopas-viivakoodit). Päivitetty 2011. Luettu 21.3.2013.
- Patentplagues. 2009. Invention of the Bar Code Patented: Saving You Time at Check-
 out. WWW-dokumentti. <http://www.patentplaques.com/blog/?p=178>. Päivitetty
 7.10.2009. Luettu 13.2.2013.
- Printed Circuit Design & Manufacture. 2005. Laser marking matrix codes on PCBS
 PDF-dokumentti.
<http://pcdandf.com/cms/images/stories/mag/0512/0512stevenson.pdf>. Päivitetty
 12/2005. Luettu 12.3.2013.
- QR Code. 2010. The maximum data capacity for each version. WWW-dokumentti.
<http://www.qrcode.com/en/vertable1.html>. Päivitetty 2010. Luettu 25.3.2013.
- QR Code. 2013. QR Code Model1 Model2. WWW-dokumentti.
<http://www.qrcode.com/en/codes/model12.html>. Ei päivitystietoja. Luettu 2.4.2013.
- QR-koodi – Tiedon portti. 2013. Muita 2d-viivakoodeja. WWW-dokumentti.
<http://www.qr-koodi.net/muita-2d-viivakoodeja.html>. Päivitetty 2013. Luettu
 14.3.2013.
- RedTitan. 2011. QR CODE layout. WWW-dokumentti.
<http://www.pclviewer.com/rs2/qrtopology.htm>. Päivitetty 2011. Luettu 4.4.2013.
- Rizzante, Carlo. 2011. Micro QR Codes. WWW-dokumentti.
<http://carlorizzante.com/2011/qr-codes-for-business-card-a-quick-gallery/>. Päivitetty
 2011. Luettu 2.4.2013.
- Sanastokeskus. TSK 2012. Tietotekniikan termitalkoot. WWW-dokumentti.
[http://www.tsk.fi/tsk/termitalkoot/haku-
 266.html?page=get_id&id=ID39&vocabulary_code=TSKTT](http://www.tsk.fi/tsk/termitalkoot/haku-266.html?page=get_id&id=ID39&vocabulary_code=TSKTT). Päivitetty 10.1.2012.
 Luettu 7.3.2013.

Semacode. 2011. Barcode fun: How YOU could use 2d barcodes. WWW-dokumentti. <http://semacode.com/blog/2011/04/08/barcode-fun-how-you-could-use-2d-barcodes/>. Päivitetty 2011. Luettu 13.3.2013.

Semacode. 2011. The company. WWW-dokumentti. <http://semacode.com/about/>. Päivitetty 2011. Luettu 18.3.2013.

Servinet Communication. 2002. Laske EAN-koodin tarkistemerkki. WWW-dokumentti. <http://www.ruokaraitti.net/rr/eanean/EAN-Tarkiste.htm>. Päivitetty 5.1.2002. Luettu 18.2.2013.

Sheetal, Mike. 2008. Thenextweb. WWW-dokumentti. <http://thenextweb.com/2008/02/12/2d-codes-already-work-just-check-out-japan/>. Päivitetty 12.2.2008. Luettu 12.2.2013.

Sklar, Bernard 2013. Introduction. PDF-dokumentti. http://ptgmedia.pearsoncmg.com/images/art_sklar7_reed-solomon/elementLinks/art_sklar7_reed-solomon.pdf. Ei päivitystietoja. Luettu 25.3.2013.

Sonera 2012. 3G. WWW-dokumentti. http://www5.sonera.fi/ohjeet/3G_ja_4G. Ei päivitystietoja. Luettu 25.3.2013.

SQRC. 2013. QR Code. WWW-dokumentti. <http://www.qrcode.com/en/codes/sqrc.html>. Ei päivitystietoja. Luettu 4.4.2013.

Steribar. 2013. Data Matrix Code Capacity. PDF-dokumentti. http://www.steribar.com/files/data_matrix_capacity.pdf. Ei päivitystietoja. Luettu 26.3.2013.

Tae, Kim & Ijas, Silja 2007. Ai nyt pitäisi vielä opetella kiinaakin??. WWW-dokumentti. <http://www.guidetojapanese.org/finnish/kanji.html#part1>. Päivitetty 2007. Luettu 25.3.2013.

Taiste, Tuomas. 2012. Jimm's QR Shop. WWW-dokumentti. <http://blog.taiste.fi/blogi/2012/12/10/jimms-qr-shop.html>. Päivitetty 10.12.2012. Luettu 7.3.2013.

Tampereen Joukkoliikenne. 2013. UpCode. WWW-dokumentti. <http://joukkoliikenne.tampere.fi/fi/matkustaminen/matkustajan-opas/upcode.html>. Päivitetty 2013. Luettu 14.3.2013.

Tamtron group. 2013. Viivakoodi, 2d-viivakoodi. WWW-dokumentti. <http://www.tamtron.fi/page/tuotetunnistus-rfid-ja-viivakoodi>. Ei päivitystietoja. Luettu 21.3.2013.

TEC-IT Datenverarbeitung GmbH. 2013. Barcode Quiet Zones. PDF-dokumentti. http://www.tec-it.com/Download/PDF/Barcode_Quiet_Zones.pdf. Ei päivitystietoja. Luettu 18.2.2013.

TEC-it Datenverarbeitung GmbH. 2013. Technical data. WWW-dokumentti. <http://www.tec-it.com/en/support/knowledge/symbologies/datamatrix/Default.aspx>. Ei päivitystietoja. Luettu 25.3.2013.

Theguardian. 2012. Barcode inventor Norman Joseph Woodland dies. WWW-dokumentti. <http://www.guardian.co.uk/technology/2012/dec/14/barcode-inventor-norman-woodland-dies>. Päivitetty 14.12.2012. Luettu 13.2.2013.

Twirlit. 2013. Tattoo shop makes prospective artists prove their skills with clever help wanted ad. WWW-dokumentti. <http://www.twirlit.com/2013/02/25/tattoo-shop-makes-prospective-artists-prove-their-skills-with-clever-help-wanted-ad/>. Päivitetty 25.2.2013. Luettu 21.3.2013.

UpCode. 2013. Windows phone sovellus kauppa. WWW-dokumentti. <http://www.windowsphone.com/fi-fi/store/app/upcode/f2c37640-c819-483b-a96c-ddc14b271f6e>. Päivitetty 4.2.2013. Luettu 13.3.2013.

UpCode Ltd. 2007. UpCode. WWW-dokumentti. <http://www.upc.fi/en/upcode/>. Päivitetty 2007. Luettu 13.3.2013.

Uski, Juho & Paatero, Mirja 2007. Viivakoodi on helppo lukea. MicroPC 10/2007, s.42-43.

Vuori, Teppo. 2013. Yleistä. WWW-dokumentti. <http://tarkistusmerkit.teppovuori.fi/tarkmerk.htm>. Päivitetty 1.2.2013. Luettu 18.2.2013.

Vuori, Teppo. 2013. Suomalainen henkilötunnus (HETU). WWW-dokumentti. <http://tarkistusmerkit.teppovuori.fi/tarkmerk.htm>. Päivitetty 26.2.2013. Luettu 21.3.2013.

VR Group. 2013. Uudistuksilla lisää etuja junamatkustajille. WWW-dokumentti. http://www.vrgroup.fi/fi/vakiolinkit/VR-konsernitiedottaa/news_20110901085340.html. Päivitetty 2013. Luettu 14.3.2013.

Wheeler, Judd. 2011. The mobilist. WWW-dokumentti. <http://www.themobilists.com/2011/06/02/mobile-barcodes-qr-and-microsoft-tag-primer/>. Päivitetty 2.6.2011. Luettu 18.3.2013.

Wiesen, G. & Skola, Shereen 2013. What is the link between QR codes and Augmented Reality. WWW-dokumentti. <http://www.wisegeek.com/what-is-the-link-between-qr-codes-and-augmented-reality.htm>. Ei päivitystietoja. Luettu 25.3.2013.

Wolfram MathWorld. 2013. Golay Code. WWW-dokumentti. <http://mathworld.wolfram.com/GolayCode.html>. Päivitetty 2013. Luettu 10.4.2013.